



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH  
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

**Grado en Ingeniería Eléctrica**

# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DESTINADO A UN CENTRO DE ENSEÑANZA**



## **Memoria**

**Autor:** Daniel Romartínez García

**Director:** Rodolfo Oseira

**Convocatoria:** Junio 2018





## Resum

En aquest treball de final de grau s'ha realitzat un projecte d'instal·lació elèctrica destinat a un centre d'ensenyament amb les descripcions i justificacions dels processos i càlculs realitzats. El projecte disposa dels planós i esquemes elèctrics necessaris per a descriure la instal·lació elèctrica dissenyada.

S'ha dissenyat la instal·lació d'enllaç, la instal·lació interior del edifici i la instal·lació de posada a terra. Totes las instal·lacions compleixen amb el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT), amb la normativa implantada por la companyia subministradora d'energia elèctrica i amb tota normativa aplicable a aquestes instal·lacions.

Per a aquest projecte, s'ha tingut en compte a l'hora de projectar la instal·lació que el centre d'ensenyament és un local de pública concurrència, ja que albergarà uns 400 estudiants, de manera que cal tenir en compte la ITC-BT-28 i aplicar aquestes instruccions tècniques.



## Resumen

En este trabajo de fin de grado se ha realizado el proyecto de la instalación eléctrica de un centro de enseñanza con las descripciones y justificaciones de los procesos y cálculos realizados. El proyecto dispone de los planos y esquemas eléctricos necesarios para describir la instalación eléctrica diseñada.

Se ha diseñado la instalación de enlace, la instalación interior del edificio y la instalación de puesta a tierra. Todas las instalaciones cumplen con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), con la normativa implantada por la compañía suministradora de energía eléctrica y con toda normativa aplicable a estas instalaciones.

Para este proyecto, se ha tenido en cuenta a la hora de proyectar la instalación que el centro de enseñanza es un local de pública concurrencia, ya que albergará unos 400 estudiantes, por lo que se ha tenido en cuenta la ITC-BT-28 y se han aplicado dichas instrucciones técnicas.

## **Abstract**

In this final project, has been developed an electrical installation for a high school with the descriptions and justifications of the processes and calculations. The project has the necessary plans and electrical diagrams to describe the electrical installation designed.

All the electrical installations comply with the low voltage electrotechnical Regulation (REBT), with the regulations implemented by the electricity supplier company and with all regulations applicable to these installations.

For this project, it has been taken into account at the time of projecting the installation that the high school is a public attendance place. For these reason, the ITC-BT-28 has been taken into account.



# Índex

Resum.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract .....	iv
1. Introducción .....	1
1.1. Objetivo del proyecto.....	1
1.2. Alcance .....	1
1.3. Emplazamiento.....	1
1.4. Descripción del edificio .....	2
1.5. Normativa.....	4
2. Descripción de la instalación.....	7
2.1. Características de la instalación .....	7
2.2. Compañía suministradora de la energía .....	7
2.2.1. Características del suministro eléctrico .....	7
2.3. Instalación de enlace.....	7
2.3.1. Caja General de Protección .....	8
2.3.2. Línea General de Alimentación .....	9
2.3.3. Derivación Individual.....	9
2.3.4. Elementos para la ubicación de los contadores.....	10
2.3.5. Interruptor de Control de Potencia. Dispositivos Generales de Mando y Protección .....	11
2.4. Instalación interior .....	11
2.4.1. Cuadro general de distribución y cuadros secundarios .....	11
2.4.2. Alumbrado general.....	17
2.4.3. Alumbrado de seguridad .....	17
2.5. Instalación de puesta a tierra.....	18
3. Iluminación.....	20
3.1. Iluminación general.....	20
3.1.1. Pista exterior deportiva.....	25
3.1.2. Aulas profesores tipo 1 .....	27
3.1.3. Aulas de profesores tipo 2 .....	27

3.1.4. Aulas de profesores tipo 3 .....	28
3.1.5. Cocina .....	29
3.1.6. Comedor .....	29
3.1.7. Aula tipo 1 .....	30
3.1.8. Aula tipo 2 .....	30
3.1.9. Aula tipo 3 .....	31
3.1.10. Biblioteca .....	31
3.1.11. Pasillo aulas ESO .....	32
3.1.12. Pasillos aulas .....	32
3.1.13. Pasillo departamentos y administración .....	32
3.1.14. Pasillo gimnasio y lavabos .....	33
3.1.15. Vestuario o lavabo tipo 1 .....	33
3.1.16. Vestuario o lavabo tipo 2 .....	34
3.1.17. Vestuario o lavabo tipo 3 .....	34
3.1.18. Almacén tipo 1 .....	35
3.1.19. Almacén tipo 2 .....	35
3.1.20. Gimnasio .....	36
3.1.21. Vestíbulo planta baja .....	36
3.1.22. Vestíbulo planta primera .....	37
3.2. Iluminación de seguridad .....	37
4. Eficiencia energética .....	42
5. Previsión de potencia .....	46
5.1. Alumbrado .....	46
5.2. Ascensor .....	46
5.3. Cocina .....	46
5.4. Tomas de corriente .....	46
5.5. Previsión de potencia total del centro .....	48
6. Cálculos y selección de aparamenta .....	51
6.1. Grupo electrógeno .....	51
6.2. Caja general de protección .....	52
6.3. Conjunto de medida .....	54
6.4. Interruptor de control de potencia .....	54



6.5. Interruptor general de alimentación.....	54
6.6. Cálculo de las secciones de los conductores.....	54
6.7. Intensidades de cortocircuito.....	61
6.8. Resistencia de puesta a tierra .....	62
7. Compensación factor de potencia .....	64
8. Estudio básico de seguridad y salud.....	65
8.1. Artículos del reglamento .....	65
8.1.1. Artículo 1. Objeto, ámbito de aplicación y definiciones .....	65
8.1.2. Artículo 2.Obligaciones del empresario .....	65
8.1.3. Artículo 3.Instalaciones eléctricas.....	66
8.1.4. Artículo 4.Técnicas y procedimientos de trabajo.....	66
8.1.5. Artículo 5.Formación e información de los trabajadores .....	68
8.1.6 Artículo 6.Consulta y participación de los trabajadores .....	68
8.2. Anexos .....	68
8.2.1. Anexo I. Definiciones.....	68
8.2.2. Anexo II. Trabajos sin tensión .....	71
8.2.2.1. Disposiciones generales .....	71
8.2.2.2. Disposiciones particulares.....	74
8.2.3. Anexo III. Trabajos en tensión.....	76
8.2.3.1. Disposiciones generales .....	76
8.2.3.2. Disposiciones particulares.....	77
8.2.4. Anexo IV. Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones .....	78
8.2.4.1. Disposiciones generales .....	78
8.2.4.2. Disposiciones particulares.....	79
8.2.5. Anexo V. Trabajos en proximidad .....	80
8.2.5.1. Disposiciones generales .....	80
8.2.5.2. Disposiciones particulares.....	81
9. Pliego de condiciones técnicas.....	83
9.1. Objeto.....	83
9.2. Alcance del trabajo.....	83
9.3. Prescripciones generales.....	83
9.4. Especificaciones técnicas de equipos y materiales .....	83
9.5. Instalación eléctrica en baja tensión.....	84

9.5.1. Generalidades .....	84
9.5.2. Conductores eléctricos.....	84
9.5.2.1. Línea general de alimentación .....	84
9.5.2.2. Derivaciones individuales.....	85
9.5.2.3. Circuitos interiores .....	85
9.5.3. Conductores de neutro .....	86
9.5.4. Conductores de protección .....	86
9.5.5. Identificación de los conductores .....	87
9.5.6. Tubos protectores .....	87
9.5.6.1. Clases de tubos a emplear .....	87
9.5.6.2. Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos .....	87
9.5.7. Normas de ejecución de las instalaciones. Colocación de tubos .....	88
9.5.7.1. Prescripciones generales.....	88
9.5.7.2. Tubos en montaje superficial .....	89
9.5.7.3. Tubos empotrados .....	89
9.5.8. Cajas de empalme y derivación.....	90
9.5.9. Aparatos de mando y maniobra.....	91
9.5.10. Aparatos de protección .....	91
9.5.10.1. Protección contra sobrintensidades .....	91
9.5.10.2. Protección contra sobrecargas.....	91
9.5.10.3. Protección contra cortocircuitos.....	91
9.5.10.4. Situación y composición.....	92
9.5.10.5. Normas aplicables .....	92
9.5.11. Instalaciones en cuartos de aseo .....	96
9.5.12. Red equipotencial .....	97
9.5.13. Instalación de puesta a tierra.....	97
9.5.13.1. Naturaleza y secciones mínimas .....	98
9.5.13.2. Tendido de los conductores .....	98
9.5.13.3. Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra .....	99
9.5.14. Alumbrado.....	99
9.5.14.1. Alumbrados especiales.....	99
9.5.14.2. Alumbrado general.....	100

9.6. Certificados y documentación.....	100
9.7. Libro de órdenes .....	101
9.8. Otras condiciones.....	101
9.9. Ejecución del suministrador .....	101
9.9.1. Generalidades .....	101
9.9.2. Requisitos previos .....	101
9.9.3. Materiales complementarios comprendidos.....	102
9.9.4. Protección, ayudas y varios.....	102
9.9.5. Modificaciones .....	104
9.9.6. Coordinación .....	104
9.9.7. Materiales y sustituciones.....	105
9.9.8. Gráficos, planos de obra acabada e instrucciones .....	105
9.9.8.1. Planos de obra.....	105
9.9.8.2. Planos de obra acabada y señalización .....	106
9.10. Pruebas y recepción .....	106
9.10.1. Generalidades .....	106
9.10.2. Recepción .....	106
9.10.3. Documentación de recepción .....	107
10. Verificaciones e inspecciones de la instalación eléctrica .....	108
10.1. Objeto.....	108
10.2. Agentes intervinientes .....	108
10.3. Verificaciones previas a la puesta en servicio .....	108
10.4. Inspecciones.....	109
10.5. Procedimiento.....	109
10.6. Clasificación de los defectos .....	110
11. Mantenimiento de la instalación eléctrica.....	111
11.1. Mantenimiento preventivo .....	111
11.2. Mantenimiento correctivo .....	113
12. Impacto medioambiental .....	115
Conclusiones .....	116
Presupuesto .....	117
Bibliografía .....	123



# 1. Introducción

## 1.1. Objetivo del proyecto

El proyecto tiene como objetivo realizar la instalación eléctrica de un centro de enseñanza cumpliendo con toda normativa aplicable a este tipo de instalación.

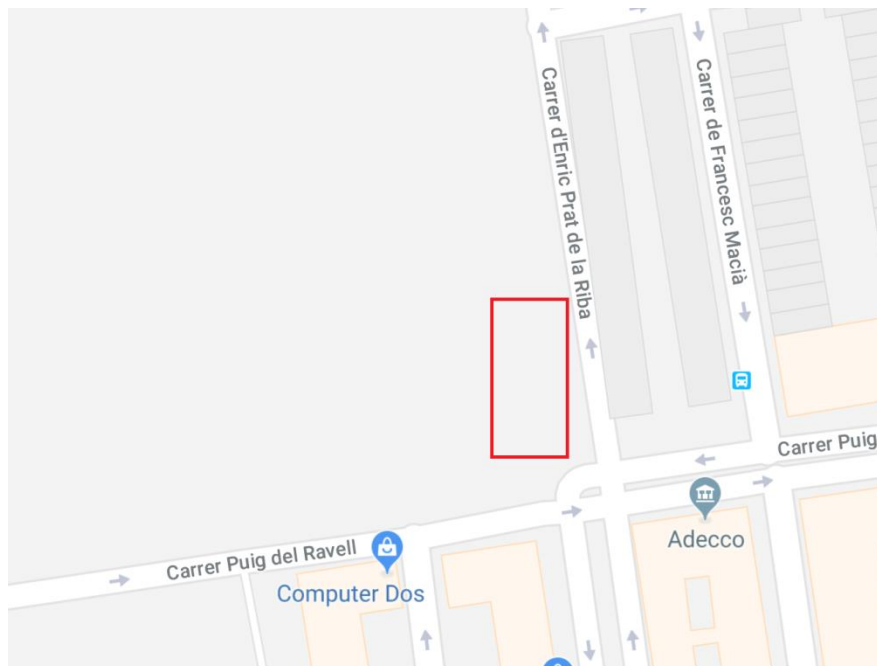
Deberá disponer de los planos y esquemas eléctricos necesarios para realizar la instalación diseñada, del proyecto de iluminación, de todos los cálculos pertinentes, del estudio del impacto medioambiental y del presupuesto del proyecto.

## 1.2. Alcance

El alcance del proyecto será el de diseñar la instalación de enlace, la instalación interior de receptores, la instalación de puesta a tierra y el diseño del proyecto de iluminación del centro de enseñanza.

## 1.3. Emplazamiento

El Instituto se situará en la localidad de Martorell (código postal: 08760) de la provincia de Barcelona, en la calle Enric Prat de la Riba número 1.



**Figura 1.1.** Emplazamiento del centro de enseñanza (Fuente: Google Maps )

## 1.4. Descripción del edificio

El edificio estará destinado a ser un centro de enseñanza de educación secundaria y bachillerato.

El instituto dispondrá de una superficie del solar de 10.649 m<sup>2</sup> y una superficie total construida de 2.758,9 m<sup>2</sup>. El edificio estará formado por dos plantas (planta baja y planta primera). La altura de las plantas será de 3,5 m con un falso techo de 0,5 m.

El edificio constará de numerosas aulas para impartir las clases como pueden ser aulas de informática, laboratorios científicos, talleres de tecnología o aulas estándares. Los profesores dispondrán de salas de profesorado y despachos. El centro de enseñanza también tendrá servicios, un comedor, una cocina, un gimnasio con vestuarios y una sala de máquina.

A continuación se muestran las superficies útiles de cada espacio del centro. La planta baja del edificio dispone de una superficie útil total de 1.807 m<sup>2</sup>, divididos en los siguientes espacios:

Planta Baja	
Descripción	Superficie útil (m <sup>2</sup> )
Almacén	53,2
Laboratorio 1	74,1
Laboratorio 2	74,1
Laboratorio 3	53,2
Pasillo laboratorios	61,83
Aula de tecnología 1	87,4
Aula de tecnología 2	87,4
Vestíbulo 1	319,75
A.P.A	27,8
Conserjería	22
Sala de máquinas	38,1
Salida S.M.	5,2
Vestuario	13,05
Sala de visitas	20,65
Secretario/a	20,3
Secretaría	57,05
Director	20,65
Jefe de estudios	20,3
Pasillo administración	110,84
Ascensor	8,1
WC profesores 1	5,625
WC chicas 1	24,923

## Instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro de enseñanza

WC chicos 1	24,85
Pasillo lavabos 1	9,185
Sala de profesores	57
Aula taller	109,25
Aula de reserva	109,25
Informática 1	57
Informática 2	57
Música	57
Audiovisuales	57
Pasillo aulas específicas	64,26

La planta primera dispone de una superficie útil  $1.818 \text{ m}^2$ , la superficie útil de cada espacio se muestra a continuación:

Planta Primera	
Descripción	Superficie útil (m <sup>2</sup> )
Bachillerato 1	53,2
Bachillerato 2	57
Bachillerato 3	53,2
Bachillerato 4	49,88
Bachillerato 5	53,2
Bachillerato 6	57
Bachillerato 7	53,2
Bachillerato 8	49,88
Pasillo bachillerato	61,83
Vestíbulo 2	216,75
Tutoría 1	27,8
Tutoría 2	27,8
Biblioteca	120,65
Departamento 1	20,65
Departamento 2	20,3
Departamento 3	28,35
Departamento 4	27,65
Departamento 5	16,095
Departamento 6	15
Pasillo departamentos	84,86
Limpieza	13,05
Ascensor	8,1
WC profesores 2	5,625
WC chicas 2	24,923
WC chicos 2	24,85
Pasillo lavabos 2	9,185
Aula ESO 1	57
Aula ESO 2	53,2

Aula ESO 3	54,625
Aula ESO 4	57
Aula ESO 5	57
Aula ESO 6	57
Aula ESO 7	53,2
Aula ESO 8	54,625
Aula ESO 9	57
Aula ESO 10	57
Pasillo aulas ESO	80,865

La superficie útil total del gimnasio y comedor es de 686 m<sup>2</sup>, en la siguiente tabla se muestra la superficie útil de cada sala que compone el gimnasio y comedor:

Comedor y gimnasio	
Descripción	Superficie útil (m <sup>2</sup> )
Vestuario cocina	7,5
Almacén cocina	15,125
Cocina	24,84
Comedor	96,6
WC chicas 3	7,7
WC chicos 3	7,7
Gimnasio	387
Vestuario chicas	52,9
Vestuario chicos	40,16
Vestuario monitor	4,4
Pasillo gimnasio	12,11
Salida pista	15,125
Almacén gimnasio	15,125

## 1.5. Normativa

Para la realización de este proyecto se han tenido en cuenta los criterios indicados en los Reglamentos Oficiales, los determinados por la Compañía Suministradora, así como los exigidos por las entidades públicas afectadas:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.



- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución Comercialización Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales según la ley 31/1995 de 8 de Septiembre y su reglamento desarrollado por el Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero sobre los servicios de prevención.
- Real decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental. Reglamento de Calificación Ambiental.
- Normas particulares para las instalaciones eléctricas de la Compañía Eléctrica FECSSA ENDESA.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas. (Ayuntamiento, Bomberos y Medio Ambiente).

En la realización del proyecto, todos los cálculos de iluminación van justificados por la normativa vigente referente al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, pero la normativa referida a la edificación, también necesaria en mi proyecto, hace necesaria una referencia escrita al REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación que es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

El contenido se ordena en dos partes:

- Disposiciones y condiciones generales y las exigencias básicas que deben cumplir los edificios.



- Documentos básicos. Referencia a la exigencia básica SU 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada: se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal. Y el Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE). que consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento y dentro del propio artículo la Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación: los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

De la misma manera hacer mención a las Normas UNE 12464.1-Norma europea sobre la iluminación para interiores y a la normativa UNE-EN-12193 para iluminación de exteriores donde los requisitos de iluminación son determinados por la satisfacción de tres necesidades humanas básicas:

- Confort visual; en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de la productividad.
- Prestaciones visuales; en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante períodos más largos.
- Seguridad.

## **2. Descripción de la instalación**

En este apartado se describirán las instalaciones que se llevarán a cabo: instalación de enlace, la instalación interior y la instalación de puesta a tierra.

### **2.1. Características de la instalación**

La instalación deberá cumplir con el Real Decreto 842/2002 que aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y con sus instrucciones técnicas completarias, además de cumplir la guía Vademécum de Fecsa Endesa y las normas UNE de referencia en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Al diseñar la instalación se deberá de tener en cuenta que es un local de pública concurrencia por lo que se aplicará toda la normativa de la ITC-BT-28. Ha de disponer de alumbrado de seguridad y al tener una previsión superior a 300 personas deberá de disponer también de suministro de socorro que dará energía eléctrica a los circuitos con mayor necesidad en caso de fallida eléctrica. El subministro de socorro ha de proporcionar como mínimo un 15% de la potencia contratada.

### **2.2. Compañía suministradora de la energía**

La compañía suministradora de la energía para el centro de enseñanza será FECSA ENDESA.

#### **2.2.1. Características del suministro eléctrico**

El suministro será un suministro trifásico en baja tensión (400/230V) a 50 Hz de frecuencia.

La acometida a instalar por la compañía suministradora será una acometida subterránea. La cuál se realizará de acuerdo a lo indicado en la ITC-BT-07.

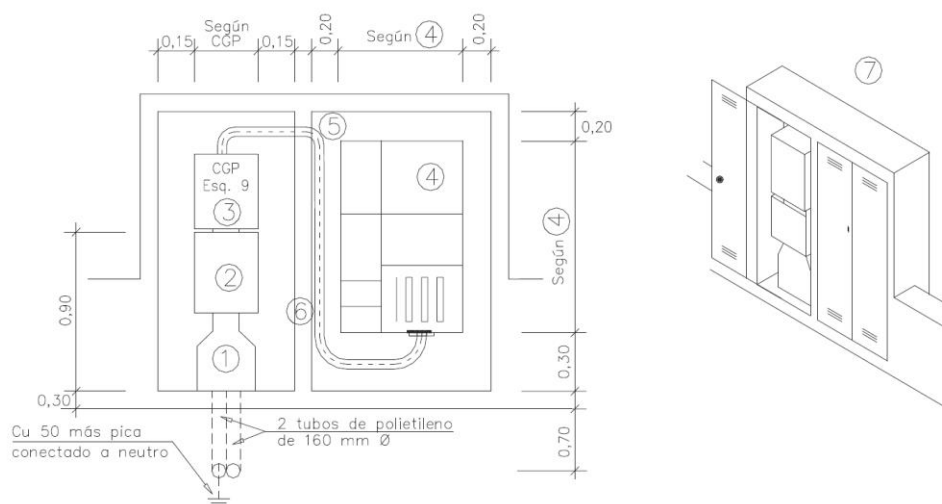
### **2.3. Instalación de enlace**

La instalación de enlace es la instalación que une la caja general de protección con la instalación interior. Comenzará en el final de la acometida y acabará en los dispositivos generales de mando y protección. Esta instalación se situará por lugares de uso común y será propiedad del usuario quien se responsabilizará de su conservación y mantenimiento. Por otra parte, la acometida no forma parte de la instalación de enlace y es responsabilidad de la empresa suministradora.

Las partes que forman la instalación de enlace son las siguientes:

- Caja General de Protección (CGP)
- Línea General de Alimentación (LGA)
- Elementos para la ubicación de contadores (CC)
- Derivación Individual (DI)
- Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP)
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)

Al tratarse de un suministro individual de potencia mayor de 15 kW con acometida subterránea, la disposición de la caja general de protección y el conjunto de protección y medida estarán en un nicho en la pared del edificio. La disposición y los componentes que compondrán los armarios se muestran en la imagen que se muestra en la figura 2.1.

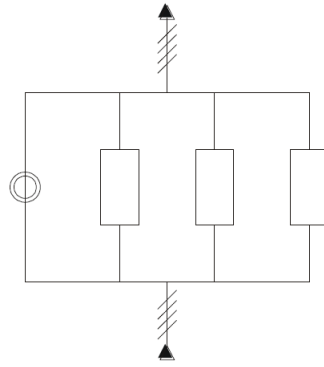


- 1 Canal protectora. (Especificación Técnica: 6703826)
- 2 Caja de seccionamiento. Ver DC-3.18
- 3 Caja general de protección (esquema 9). Ver DC-3.16
- 4 Conjunto de protección y medida TMF1 ó TMF10. Ver DC-3.24
- 5 Tubo aislante rígido para protección conductores
- 6 Separación de seguridad entre armarios
- 7 Armarios con puertas preferentemente metálicas. Ver características en DC-3.28

**Figura 2.1.** Conjunto de protección y medida en pared con acometida subterránea (Fuente: Guía Vademecum para instalaciones de enlace de baja tensión)

### 2.3.1. Caja General de Protección

La caja general de protección estará instalada dentro del armario puesto en el nicho en la pared del edificio y deberá de responder al “Esquema 9” ya que la acometida es subterránea.



**Figura 2.2.** Esquema 9 de suministros trifásicos (Fuente: Guía Vademecum para instalaciones de enlace de baja tensión)

La puerta que cerrará el armario será metálica, revestida exteriormente de acuerdo a las características del entorno, estará protegida contra la corrosión y dispondrá de una cerradura normalizada por la compañía suministradora.

La acometida subterránea se efectuará con entrada y salida de la línea de distribución y derivación a la CGP. Se instalará la caja de seccionamiento (CS) para conseguir esta finalidad y se ubicará conjuntamente con la caja general de protección en el nicho.

La CGP instalada es la CGPC-9-250BUC/E de la empresa CLAVED con código AC12206. Dispone de un tipo de base BUC 1 para los fusibles de 250 A. El armario dispone de una protección contra polvo y agua IP43 y contra impactos IK09, además de ser resistente a las principales agresiones químicas, ambientales y a la acción de los rayos ultravioleta. Las medidas del armario son 343 mm de ancho, 543 mm de alto y 166 mm de profundo. La entrada es inferior y la salida superior.

### **2.3.2. Línea General de Alimentación**

Al tratarse de una instalación de enlace para un solo usuario, la caja general de protección coincidirá en el mismo lugar y situación que el equipo de medida por lo que no existirá la línea general de alimentación. Por consiguiente, el fusible de seguridad de la derivación individual coincidirá con el fusible de la caja general de protección.

### **2.3.3. Derivación Individual**

Derivación individual es la parte de la instalación que va desde la Línea General de Alimentación hasta la instalación del usuario. Al tratarse de un suministro para un solo usuario la Derivación Individual se iniciará a la salida de la acometida y contará con los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Al ser una derivación individual de un suministro para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, la caída de tensión máxima admisible en los cables será del 1,5%, que se tendrá que tener en cuenta para la sección de los conductores.

Los tubos y canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%. El cableado a utilizar será de cobre con un aislamiento RZ1-K (AS) XLPE, aislamiento de polietileno reticulado R y cubierta de poliolefina Z1. El cableado tendrá una sección de 70 mm<sup>2</sup> por conductor y de 35 mm<sup>2</sup> el cable de tierra. El cableado estará realizado conforme la norma UNE 21123-4.

#### **2.3.4. Elementos para la ubicación de los contadores**

La colocación del contador para medida de la energía eléctrica se colocará en forma individual, por lo que se hará uso de la caja de protección y medida (CPM). Dispondrá de los fusibles generales de protección, el contador y el dispositivo para discriminación horaria y donde los fusibles de seguridad coinciden con los fusibles generales de protección.

Al disponer de una acometida subterránea, la caja de protección y medida se instalará en un nicho en la pared con un armario con doble puerta metálica y de al menos 2 mm de espesor. El armario tendrá un índice de protección IP 43 de acuerdo a la norma UNE-EN 50102, estará protegido contra la corrosión y dispondrá de una cerradura normalizada por FECSA ENDESA. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 0,3 m de altura respecto del suelo y los dispositivos de medida deberán estar a una altura comprendida entre 0,7 m y 1,8 m respecto del suelo. La caja de protección y medida deberá ser precintable, la envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones y el material transparente de la tapa para la lectura deberá ser resistente a la acción de los rayos ultravioletas. La pared a la que se fije el conjunto de protección y medida no podrá estar expuesta a vibraciones y no podrá instalarse próximo a contadores de gas, grifos o salidas de agua.

El conjunto de protección y medida a instalar será un TMF 10 con ICP 160A de la empresa CLAVED código DC78025 T, con unos transformadores de corriente de 200/5. El armario tiene una protección contra el polvo y el agua IP 44 y contra impactos IK 09, además es resistente a las principales agresiones químicas, ambientales y a los rayos ultravioleta. El armario mide 665 mm de ancho y 1520 mm de alto.

### **2.3.5. Interruptor de Control de Potencia. Dispositivos Generales de Mando y Protección**

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el centro de enseñanza. Se tendrá que colocar una caja para el interruptor de control de potencia en un compartimiento independiente y precintable, esta caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Se deberán tomar las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general, ya que se trata de un local de pública concurrencia.

Deberá de disponer de protección contra sobrecargas y cortocircuitos (interruptor general automático y pequeño interruptor automático), protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (interruptor diferencial general) y protección contra sobretensiones permanentes. Además, tal y como nos rige FECSA ENDESA se debe disponer de una unidad de protección contra sobretensiones transitorias.

## **2.4. Instalación interior**

La instalación interior estará provista con dos embarrados, el primero, el embarrado del suministro general por parte de la compañía FECSA ENDESA y el segundo, el embarrado del suministro de socorro que vendrá a través del embarrado de uso general o del grupo electrógeno. Este segundo embarrado, dependiendo de las circunstancias estará conectado a la red o al grupo electrógeno. Y en el estarán conectados los circuitos que tengan uso preferente en caso de falla de red.

Se dispondrá de un sistema de conmutación automática que solo deje estar conectado el segundo embarrado a la red o al grupo electrógeno. El sistema de conmutación automática al detectar que la tensión nominal en la red es inferior al 70% o ha habido un fallo en el alumbrado general hará funcionar automáticamente al grupo electrógeno. En el apartado de la elección del grupo electrógeno se describirá el equipo utilizado para realizar esta función de conmutar entre la red o el grupo electrógeno.

### **2.4.1. Cuadro general de distribución y cuadros secundarios**

El centro dispondrá de un cuadro general de distribución y de seis cuadros secundarios (planta baja, planta baja suministro preferente, planta primera, planta primera suministro preferente, gimnasio y gimnasio suministro preferente). Todos los cuadros deberán disponer de todos los dispositivos generales de mando y protección que

indica la ITC-BT-17. Al ser una instalación en un local de pública concurrencia se deberán cumplir las prescripciones generales que marca la ITC-BT-28.

Los cuadros secundarios de suministro preferente estarán conectados al segundo embarrado y el ascensor también estará conectado a este embarrado, para poder funcionar con la red suministradora o con el grupo electrógeno. El alumbrado y equipos que se han decidido que puedan funcionar con la red y con el grupo electrógeno son los siguientes: alumbrado y tomas de corriente de los tres laboratorios, alumbrado y tomas de corriente de las dos aulas de tecnología, alumbrado y tomas de corriente de los dos vestíbulos, alumbrado y tomas de corriente de la cocina y el ascensor.

El cuadro general de distribución no podrá estar en un lugar al que tenga acceso el público.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20451 y UNE-EN 60439-3, con un índice de protección de como mínimo IP 30 (UNE 20324) e IK 07 (UNE-EN 50102). Cerca de cada uno de los interruptores de los cuadros se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

El cuadro general estará a la entrada del centro y será de donde partirán las derivaciones hacia los tres cuadros secundarios. Del cuadro general o de los cuadros secundarios partirán todos los circuitos de la instalación. Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o cuadros secundarios.

Si se instalase un interruptor diferencial por cada circuito, se podría prescindir del interruptor diferencial general.

Los equipos que integrarán cada cuadro en su interior se detallan a continuación. También se podrán instalar equipos similares que cumplan las condiciones que se indican en los esquemas unifilares de los cuadros.

Cuadro general de baja tensión	
Componente	Nº de unidades
Interruptor magnetotérmico de 20 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 4 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94420, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	1



Interruptor magnetotérmico de 32 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 3 polos, poder de corte de 20 kA, curva C, referencia A9F94332, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	1
Interruptor magnetotérmico de 25 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 4 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94425, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	1
Interruptor magnetotérmico de 10 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 4 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94410, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	1
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 4 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94404, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	1
Interruptor magnetotérmico de 10 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 3 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94310, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	1
Interruptor magnetotérmico de 50 A tipo NG125N de SCHNEIDER, 4 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia 18655, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	2
Interruptor magnetotérmico de 63 A tipo NG125N de SCHNEIDER, 4 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia 18656, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	1
Limitador de sobretensiones transitorias descripción iPF k 20 y tipo 2 de SCHNEIDER, con tres fases más neutro, referencia A9L15693, conforme norma IEC 61643-11	1
Bobinas de protección contra las sobretensiones permanentes iMSU de SCHNEIDER, referencia A9A26500, Producto certificado por AENOR conforme a la norma UNE-EN 50550	1
Interruptor diferencial de 25 A tipo ID-K de SCHNEIDER, 4 polos, sensibilidad 300 mA, referencia A9Z06425	3
Interruptor diferencial de 63 A tipo ID-K de SCHNEIDER, 4 polos, sensibilidad 300 mA, referencia A9Z06463	1
Bloque diferencial de 25 A tipo Vigí iDPN de SCHNEIDER, 3 polos, sensibilidad 300 mA, referencia A9N21696	1
Bloque diferencial de 40 A tipo Vigí iDPN de SCHNEIDER, 3 polos, sensibilidad 300 mA, referencia A9N21698	1
Interruptor automático Compact NSXm de SCHNEIDER, 4 polos, 40 A, 25 kA de poder de corte, referencia LV426223	2
Interruptor automático Compact NSX400 de SCHNEIDER, 4 polos, 400 A, 50 kA de poder de corte, referencia LV432694	1
Cofret modular de la gama Pragma 24 de SCHNEIDER, con 24 módulos por fila, 4 filas, grado de protección IP40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA13834	1

<b>Cuadro secundario planta baja</b>	
<b>Componente</b>	<b>Nº de unidades</b>
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94204, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	3
Interruptor magnetotérmico de 6 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94206, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	2
Interruptor magnetotérmico de 10 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94210, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	8
Interruptor magnetotérmico de 32 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 20 kA, curva C, referencia A9F94232, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	3
Interruptor diferencial de 25 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60225	13
Interruptor diferencial de 40 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60240	3
Interruptor seccionador de 63 A tipo iSW-NA de SCHNEIDER, 4 polos, referencia A9S70763	1
Cofret modular de la gama Pragma 18 de SCHNEIDER, con 18 módulos por fila, 4 filas, grado de protección IP40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA35413	1

<b>Cuadro secundario planta primera</b>	
<b>Componente</b>	<b>Nº de unidades</b>
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94204, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	2
Interruptor magnetotérmico de 6 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94206, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	12
Interruptor magnetotérmico de 10 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94210, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	4
Interruptor magnetotérmico de 20 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94220, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	4
Interruptor magnetotérmico de 25 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94225, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	2

Interruptor diferencial de 25 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60225	24
Interruptor seccionador de 63 A tipo iSW-NA de SCHNEIDER, 4 polos, referencia A9S70763	1
Cofret modular de la gama Pragma 24 de SCHNEIDER, con 24 módulos por fila, 5 filas, grado de protección IP40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA13835	1

Cuadro secundario gimnasio	
Componente	Nº de unidades
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94204, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	3
Interruptor magnetotérmico de 6 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94206, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	5
Interruptor magnetotérmico de 10 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94210, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	1
Interruptor magnetotérmico de 20 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94220, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	6
Interruptor magnetotérmico de 50 A tipo NG125N de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia 18627, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	1
Interruptor diferencial de 25 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60225	15
Bloque diferencial de 63 A Vigí para NG125N de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia 19000	1
Interruptor seccionador de 63 A tipo iSW-NA de SCHNEIDER, 4 polos, referencia A9S70763	1
Cofret modular de la gama Pragma 18 de SCHNEIDER, con 18 módulos por fila, 4 filas, grado de protección IP40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA35413	1

Cuadro secundario planta baja suministro preferente	
Componente	Nº de unidades
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94204, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	2
Interruptor magnetotérmico de 6 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94206, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	3

Interruptor magnetotérmico de 10 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94210, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	3
Interruptor magnetotérmico de 25 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94225, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	1
Interruptor magnetotérmico de 32 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 20 kA, curva C, referencia A9F94232, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	1
Interruptor diferencial de 25 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60225	9
Interruptor diferencial de 40 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60240	1
Interruptor seccionador de 40 A tipo iSW-NA de SCHNEIDER, 4 polos, referencia A9S70740	1
Cofret modular de la gama Pragma 13 de SCHNEIDER, con 13 módulos por fila, 4 filas, grado de protección IP40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA35413	1

<b>Cuadro secundario planta primera suministro preferente</b>	
<b>Componente</b>	<b>Nº de unidades</b>
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94204, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	4
Interruptor magnetotérmico de 6 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94206, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	2
Interruptor diferencial de 25 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60225	6
Interruptor seccionador de 40 A tipo iSW-NA de SCHNEIDER, 4 polos, referencia A9S70740	1
Cofret modular de la gama Pragma 13 de SCHNEIDER, con 13 módulos por fila, 3 filas, grado de protección IP40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA35313	1

<b>Cuadro secundario gimnasio suministro preferente</b>	
<b>Componente</b>	<b>Nº de unidades</b>
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94204, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	3

Interruptor magnetotérmico de 25 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94225, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	1
Interruptor diferencial de 25 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60225	4
Interruptor seccionador de 40 A tipo iSW-NA de SCHNEIDER, 4 polos, referencia A9S70740	1
Cofret modular de la gama Pragma 13 de SCHNEIDER, con 13 módulos por fila, 2 filas, IP-40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA35213	1

#### **2.4.2. Alumbrado general**

Según la ITC-BT-28 en las instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el número de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales.

Para el alumbrado de las aulas, comedor, pasillos, despachos, biblioteca, salas de profesores y almacenes se ha utilizado la iluminaria SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4 de la empresa SIMON.

Para el alumbrado de los lavabos, vestuarios y cocina se ha utilizado la iluminaria BEGA 66874K4 LED 19,0W de la empresa BEGA.

Para el alumbrado del gimnasio y vestíbulos se ha utilizado la iluminaria BEGA 33312K4 LED 107,4W de la empresa BEGA.

Para el alumbrado de la pista exterior deportiva se ha utilizado la iluminaria SECOM 6300 58 45 4 83/ESDIUM SPORT LED M3 de la empresa SIMON.

Se podrán utilizar iluminarías con características similares a las escogidas para realizar el proyecto de iluminación con el programa Dialux.

#### **2.4.3. Alumbrado de seguridad**

El centro de enseñanza es un local de pública concurrencia ya que la ocupación prevista es mayor a 50 personas. Por ello, el centro de enseñanza deberá disponer de alumbrado de seguridad tal y como dicta la ITC-BT-28. Por ser un local de pública concurrencia se deberán cumplir las especificaciones marcadas por dicha ITC. El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produzca un fallo en el alumbrado o la tensión nominal baje a menos del 70 %.

Como la ocupación prevista es mayor de 300 personas, el centro deberá disponer de suministro de socorro donde la potencia suministrada por la fuente propia de energía deberá ser superior al 15% de la potencia contratada.

Para proveer al alumbrado de seguridad y el suministro de socorro se dispondrá de un grupo electrógeno.

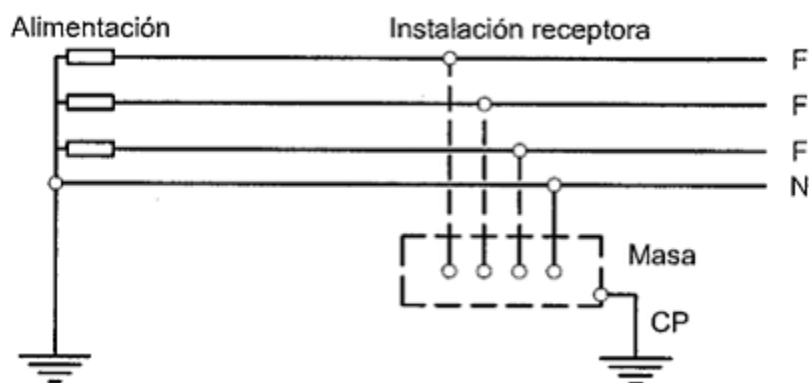
Para el alumbrado de emergencia se ha utilizado la iluminaria BEGA 34987.1K3 LED 2,1W y BEGA 34989.1K3 LED 8,3W de la empresa BEGA.

Se podrán utilizar iluminarias con características similares a las escogidas para realizar el proyecto de iluminación de emergencia con el programa Dialux.

## 2.5. Instalación de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra se instalará con objeto de limitar la tensión que puedan presentar las masas metálicas, asegurar la instalación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Se aplicará el esquema de distribución tipo TT para la puesta a tierra, donde un punto de la alimentación está conectada directamente a tierra y las masas de la instalación receptora están conectadas directamente a tierra.



**Figura 2.3.** Esquema de distribución tipo TT (Fuente: ITC-BT-08)

La resistencia de puesta a tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V. Se tomará como valor de la resistividad del terreno 500 ohm·m.

La puesta a tierra se ha realizado mediante un anillo de cobre desnudo de  $35 \text{ mm}^2$ , con una longitud total de 224,2 m y enterrado a 0,5 m de profundidad. Con esta puesta a tierra disponemos de una resistencia de puesta a tierra de  $4,46 \Omega$  y una tensión de contacto máxima de 1,34 V.

## 3. Iluminación

### 3.1. Iluminación general

La iluminación del centro de enseñanza se ha realizado mediante el programa Dialux, cumpliendo las normativas de iluminación para interiores y para la pista deportiva, y cumpliendo la ITC-BT-28 para la iluminación del alumbrado de emergencia. La normativa europea sobre la iluminación de interiores es la UNE 12464.1 que nos indica los requisitos de iluminación y la normativa española que nos indica los requisitos de iluminación para pistas deportivas es la UNE-EN 12193.

Estas normativas nos indican, para cada tipo de aula o espacio, los requisitos de iluminación siguientes:

- La iluminación media ( $E_m$ ) no debe ser inferior a la indicada en las tablas para cada tipo de espacio
- El índice de deslumbramiento unificado (UGR) tiene que ser menor al límite especificado en las tablas
- Los índices de rendimiento de colores ( $R_a$ ) mínimos

Para las luminarias se ha tomado un factor de mantenimiento de 0,8 debido a que la instalación tiene que garantizar al paso de los años que la iluminación mantenida en la superficie se mantiene superior a lo indicado por la normativa. A medida que pasan los años, en cada mantenimiento se irá aumentando la regulación de iluminación para seguir en los valores de iluminación requeridos.

Se ha tomado como altura de plano útil 0,85 m ya que es la altura de las mesas que tendrán las aulas y es a la altura a la cual queremos el nivel de luminosidad establecido. Para los espacios como pasillos, gimnasio y vestíbulos la altura del plano útil es a 0 m ya que no hay mesas y el nivel de luminosidad lo queremos a la altura del suelo.

Para saber los requerimientos de cada sala y espacio interior del centro de enseñanza, la iluminación cumplirá los valores establecido por la tabla “Edificios educativos” de la UNE-12464.1.



## Instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro de enseñanza

2. EDIFICIOS EDUCATIVOS					
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	$E_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	OBSERVACIONES
2.1	AULAS, AULAS DE TUTORIA	300	19	80	· La iluminación debería ser controlable.
2.2	AULAS PARA CLASES NOCTURNAS Y EDUCACIÓN DE ADULTOS	500	19	80	· La iluminación debería ser controlable.
2.3	SALA DE LECTURA	500	19	80	· La iluminación debería ser controlable.
2.4	PIZZARRA	500	19	80	· Evitar reflexiones especulares.
2.5	MESA DE DEMOSTRACIONES	500	19	80	· En salas de lectura 750 lux.
2.6	AULAS DE ARTE	500	19	80	
2.7	AULAS DE ARTE EN ESCUELAS DE ARTE	750	19	90	· Tcp ≥ 5.000K.
2.8	AULAS DE DIBUJO TÉCNICO	750	16	80	
2.9	AULAS DE PRÁCTICAS Y LABORATORIOS	500	19	80	
2.10	AULAS DE MANUALIDADES	500	19	80	
2.11	TALLERES DE ENSEÑANZA	500	19	80	
2.12	AULAS DE PRÁCTICAS DE MÚSICA	300	19	80	
2.13	AULAS DE PRÁCTICAS DE INFORMÁTICA	300	19	80	
2.14	LABORATORIOS DE LENGUAS	300	19	80	
2.15	AULAS DE PREPARACIÓN Y TALLERES	500	22	80	
2.16	HALLS DE ENTRADA	200	22	80	
2.17	ÁREAS DE CIRCULACIÓN, PASILLOS	100	25	80	
2.18	ESCALERAS	150	25	80	
2.19	AULAS COMUNES DE ESTUDIO Y AULAS DE REUNIÓN	200	22	80	
2.20	SALAS DE PROFESORES	300	19	80	
2.21	BIBLIOTECA: ESTANTERÍAS	200	19	80	
2.22	BIBLIOTECA: SALAS DE LECTURA	500	19	80	
2.23	ALMACENES DE MATERIAL DE PROFESORES	100	25	80	· Para actividades más específicas, se deben usar los requisitos de la norma EN 12193
2.24	SALAS DE DEPORTE, GIMNASIOS, PISCINAS (USO GENERAL)	300	22	80	
2.25	CANTINAS ESCOLARES	200	22	80	
2.26	COCINA	500	22	80	

**Figura 3.1.** Normativa europea sobre iluminación de interiores en edificios educativos (Fuente: UNE-12464.1)

Por otro lado, la iluminación de la pista deportiva cumplirá con los valores de la tabla A.21 de la UNE-EN 12193.

Exterior		Área de referencia		Números de puntos de cuadrícula	
		Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Baloncesto	PA:	28	15	13	7
	TA:	32	19	15	9
Balonmano	PA:	40	20	15	7
	TA:	44	27,5	15	9
Fistball	PA:	50	20	17	7
	TA:	66	32	17	9
Floorbol	PA:	40	20	15	7
	TA:	43	22	15	7
Fútbol	PA:	100 a 110	64 a 75	19 a 21	13 a 15
	TA:	108 a 118	72 a 83	21	13 a 15
Fútbol americano	PA:	110 a 117,5	55	21	9 a 11
Netball	PA:	30,5	15,3	13	7
	TA:	37,5	22,5	15	9
Rugby	PA:	144	69	23	11
	TA:	154	79	23	11
Voleibol	PA:	24	15	13	9
		(véase nota 1)		(véase nota 1)	
Clase	Iluminancia horizontal				Índice de rendimiento de color
	$E_{med}$ lux	$E_{min} / E_{med}$			
I	500	0,7			50
II	200	0,6			50
III	75	0,5			55

NOTA 1 – Para la Clase I, la competición internacional en el nivel máximo puede justificar una longitud de 34 m para el área principal (PA). El número correspondiente de puntos de cuadrícula en longitud es entonces de 15.

**Figura 3.1.** Normativa española sobre iluminación de instalaciones deportivas (Fuente: UNE-EN 12193)

La siguiente tabla muestra el resumen de los resultados de iluminación para cada aula/espacio.

Denominación	Luminaria utilizada	Pot. ud. (W)	Num. Uds.	$E_m$ (lx)	UGR <sub>L</sub>	Pot. total (W)
Almacén	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	2	108	16	68
Laboratorio 1	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	16	548	18	544
Laboratorio 2	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	16	548	18	544
Laboratorio 3	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Pasillo laboratorios	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	116	-	136
Aula de tecnología 1	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	16	548	18	544
Aula de tecnología 2	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	16	548	18	544
Vestíbulo planta baja	BEGA 33312K4 LED 107,4W	122	15	244	-	1830
A.P.A	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	311	16	136
Conserjería	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	384	16	136
Sala de máquinas	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	2	108	16	68
Salida S.M.	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	2	166	16	68
Vestuario	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	3	206	-	72
Sala de visitas	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	384	16	136
Secretario/a	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	384	16	136
Secretaría	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	8	370	17	272
Director	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	384	16	136
Jefe de estudios	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	384	16	136

Instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro de enseñanza

Pasillo administración	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	124	17	136
WC profesores 1	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	3	206	-	72
WC chicas 1	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	6	225	22	144
WC chicos 1	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	6	225	22	144
Pasillo lavabos 1	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	2	166	16	68
Sala de profesores	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	8	370	17	272
Aula taller	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	20	529	18	680
Aula de reserva	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	20	529	18	680
Informática 1	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Informática 2	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Música	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Audiovisuales	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Pasillo aulas específicas	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	116	-	136
Bachillerato 1	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Bachillerato 2	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Bachillerato 3	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Bachillerato 4	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Bachillerato 5	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Bachillerato 6	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Bachillerato 7	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Bachillerato 8	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Pasillo bachillerato	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	116	-	136
Vestíbulo planta primera	BEGA 33312K4 LED 107,4W	122	12	261	-	1464

Tutoría 1	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	311	16	136
Tutoría 2	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	311	16	136
Biblioteca	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	24	581	18	816
Departamento 1	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	384	16	136
Departamento 2	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	384	16	136
Departamento 3	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	311	16	136
Departamento 4	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	311	16	136
Departamento 5	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	384	16	136
Departamento 6	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	384	16	136
Pasillo departamento s	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	4	124	17	136
Limpieza	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	1	103	-	34
WC profesores 2	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	3	206	-	72
WC chicas 2	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	6	225	22	144
WC chicos 2	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	6	225	22	144
Pasillo lavabos 2	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	2	166	16	68
Aula ESO 1	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Aula ESO 2	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Aula ESO 3	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Aula ESO 4	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Aula ESO 5	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Aula ESO 6	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Aula ESO 7	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408

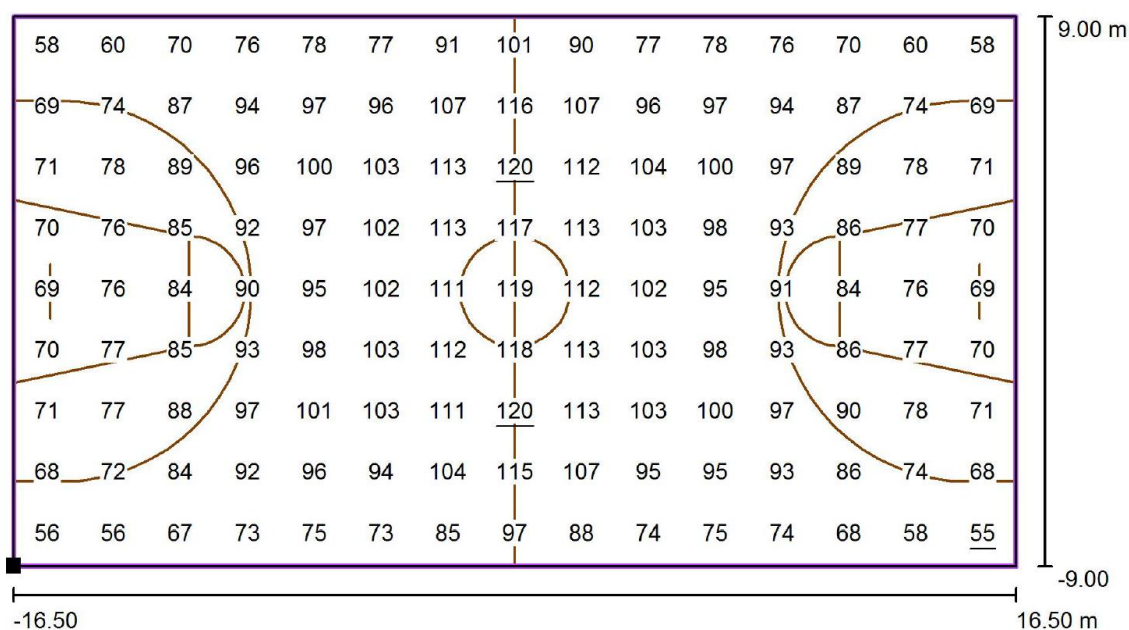
Aula ESO 8	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Aula ESO 9	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Aula ESO 10	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	12	544	17	408
Pasillo aulas ESO	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	5	112	-	170
Vestuario cocina	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	3	206	-	72
Almacén cocina	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	1	103	-	34
Cocina	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	15	603	22	360
Comedor	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	8	244	18	272
WC chicas 3	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	3	206	-	72
WC chicos 3	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	3	206	-	72
Gimnasio	BEGA 33312K4 LED 107,4W	122	35	352	-	4270
Vestuario chicas	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	9	217	22	216
Vestuario chicos	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	9	217	22	216
Vestuario monitor	BEGA 66874K4 LED 19,0W	24	3	206	-	72
Pasillo gimnasio	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	2	166	16	68
Salida pista	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	2	166	16	68
Almacén gimnasio	SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	34	1	103	-	34
Pista exterior alumbrada	SECOM 6300 58 45 4 83/ESDIUM SPORT LED M3	440	4	88	-	1760
Total						29080

La potencia total para el alumbrado general del centro es de 29.080 W.

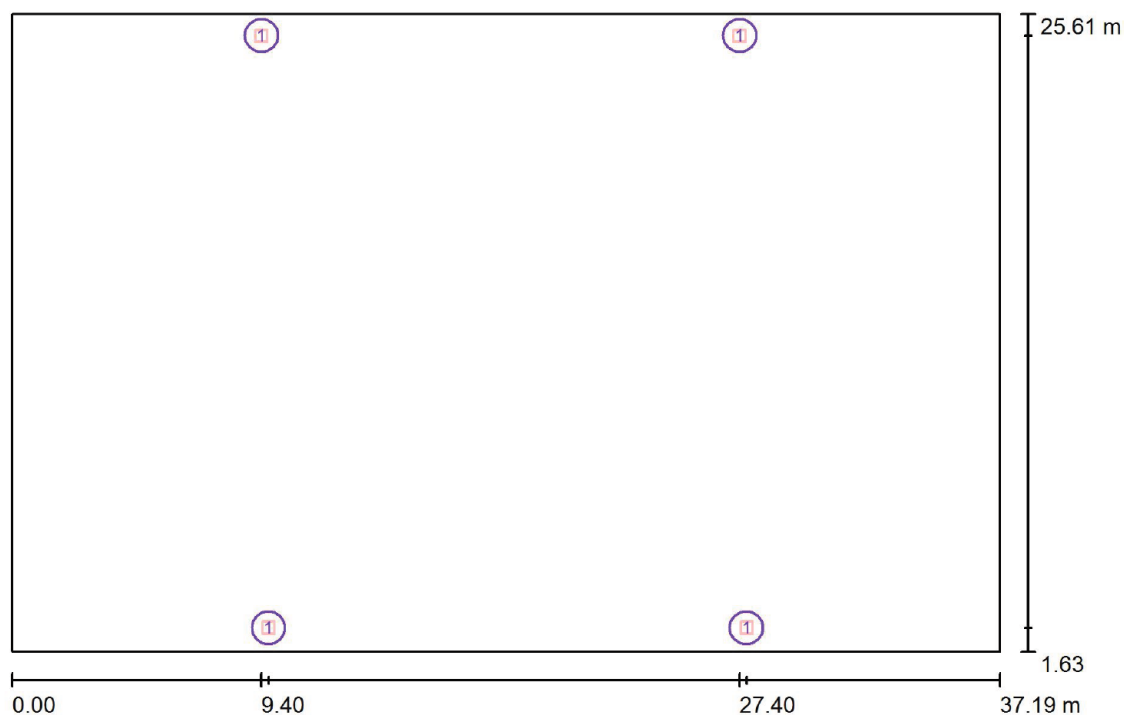
En los siguientes subapartados se mostrará la ubicación de las luminarias en cada tipo de aula/espacio y los niveles de luminosidad en cada punto.

### 3.1.1. Pista exterior deportiva

En la figura 3.3. se muestra un gráfico de valores de iluminación en lux de la pista exterior deportiva y en la figura 3.4. la disposición de las 4 luminarias utilizadas para alumbrar la pista.



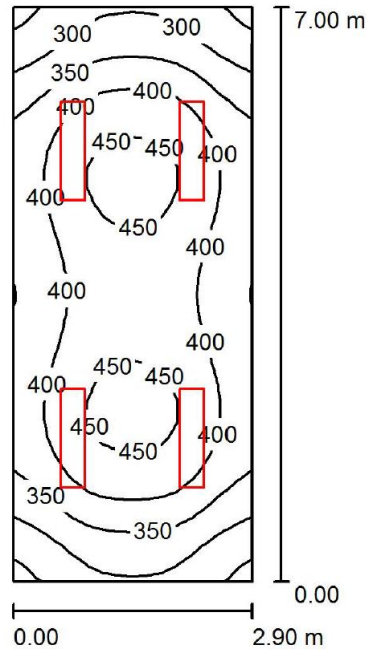
**Figura 3.3.** Niveles lumínicos pista deportiva (Fuente: creación propia a partir de Dialux)



**Figura 3.4.** Disposición luminarias pista deportiva (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.2. Aulas profesores tipo 1

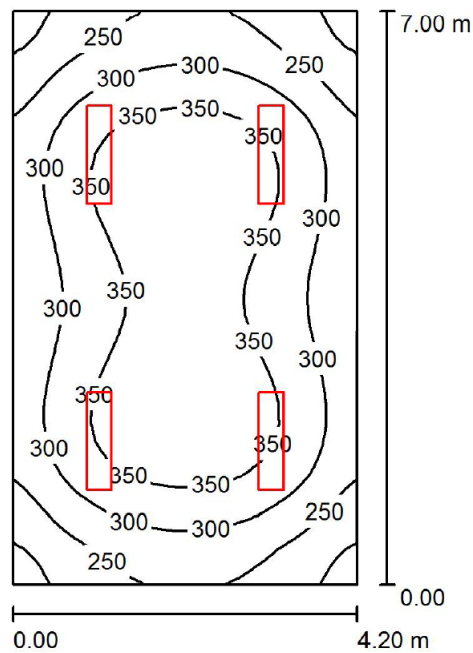
La aula profesores tipo 1 corresponde a las siguientes salas: sala de visitas, secretario/a, director, jefe de estudios, conserjería, departamento 1, departamento 2, departamento 5 y departamento 6. La disposición de las luminarias utilizadas y los niveles de luminosidad en este tipo de aula son los siguientes mostrados en la figura 3.5.



**Figura 3.5.** Disposición luminarias y niveles lumínicos aulas profesores tipo 1 (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.3. Aulas de profesores tipo 2

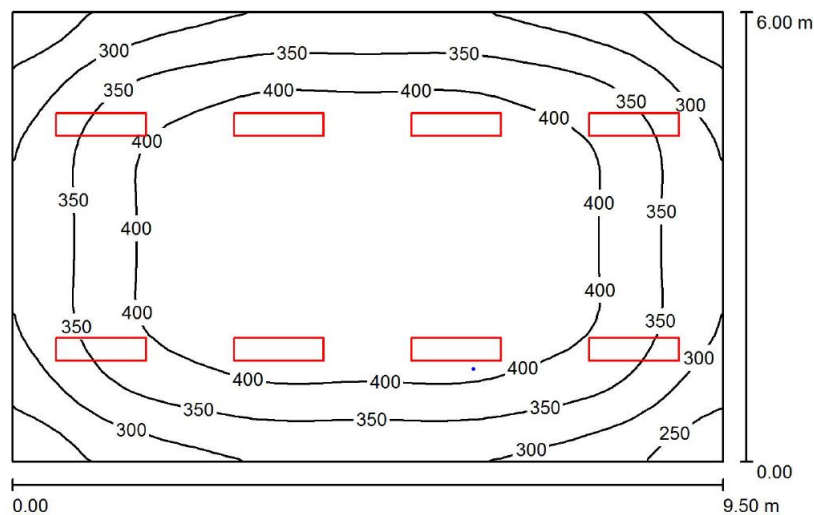
La aula profesores tipo 2 corresponde a las siguientes salas: sala A.P.A, departamento 3 y departamento 4. La disposición de las luminarias utilizadas y los niveles de luminosidad en este tipo de aula son los siguientes mostrados en la figura 3.6.



**Figura 3.6.** Disposición luminarias y niveles lumínicos aulas profesores tipo 2 (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.4. Aulas de profesores tipo 3

El aula profesores tipo 3 corresponde a las siguientes salas: sala de profesores y secretaría. La cual la disposición de las luminarias utilizadas y los niveles de luminosidad son los siguientes mostrados en la figura 3.7.

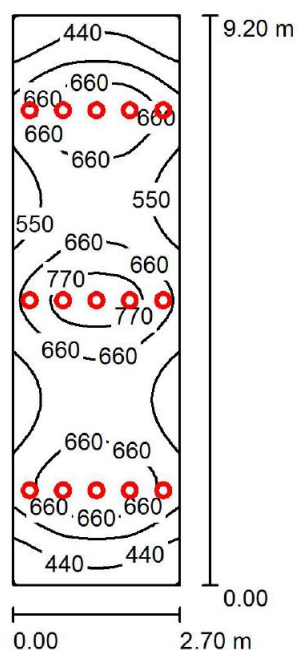


**Figura 3.7.** Disposición luminarias y niveles lumínicos aulas profesores tipo 3 (Fuente: creación propia a partir de Dialux)



### 3.1.5. Cocina

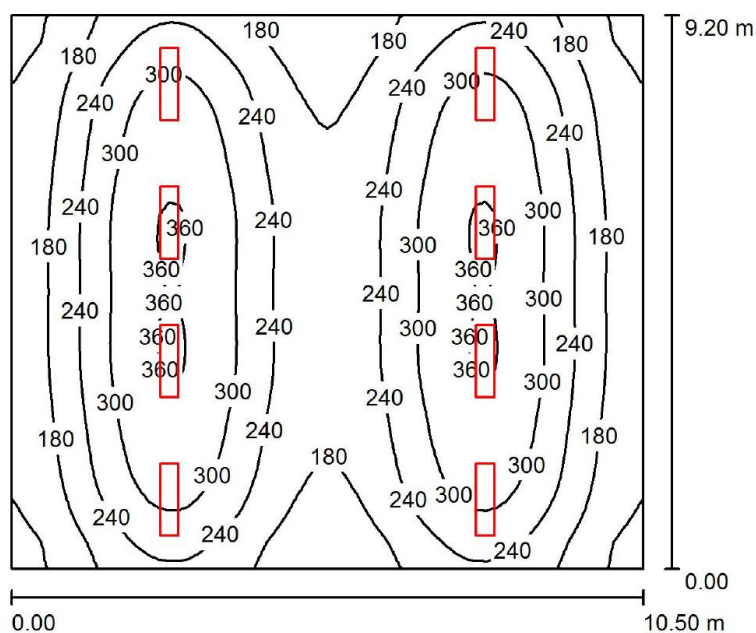
En la figura 3.8. se muestra la disposición de las 15 luminarias utilizadas para alumbrar la cocina y los niveles lumínicos.



**Figura 3.8.** Disposición luminarias y niveles lumínicos cocina (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.6. Comedor

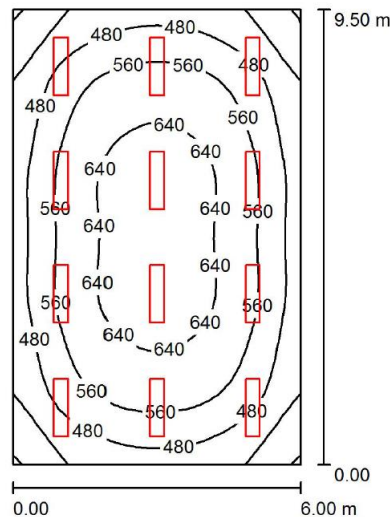
En la figura 3.9. se muestra la disposición de las 8 luminarias utilizadas para alumbrar el comedor y sus niveles lumínicos.



**Figura 3.9.** Disposición luminarias y niveles lumínicos comedor (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.7. Aula tipo 1

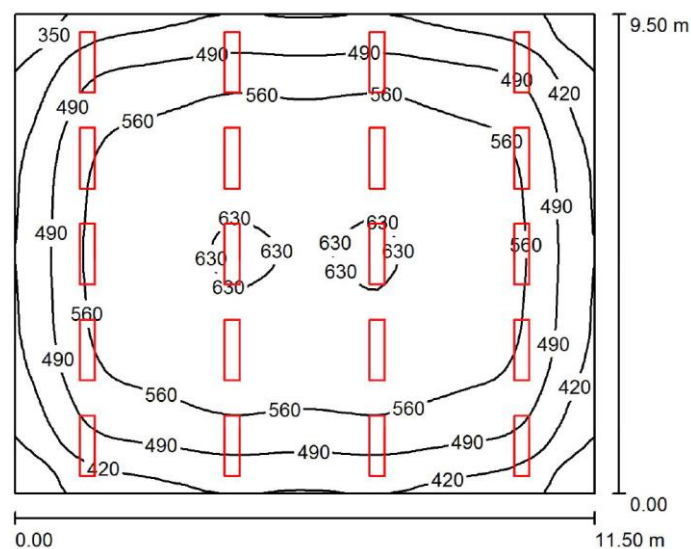
El aula tipo 1 corresponde a todas las aulas de la ESO, todas las de bachillerato, al laboratorio 3, a las dos aulas de informática, al aula de música y a la de audiovisuales. La disposición de las luminarias y los niveles lumínicos en estas aulas son los que se pueden observar en la figura 3.10.



**Figura 3.10.** Disposición luminarias y niveles lumínicos aula tipo 1 (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.8. Aula tipo 2

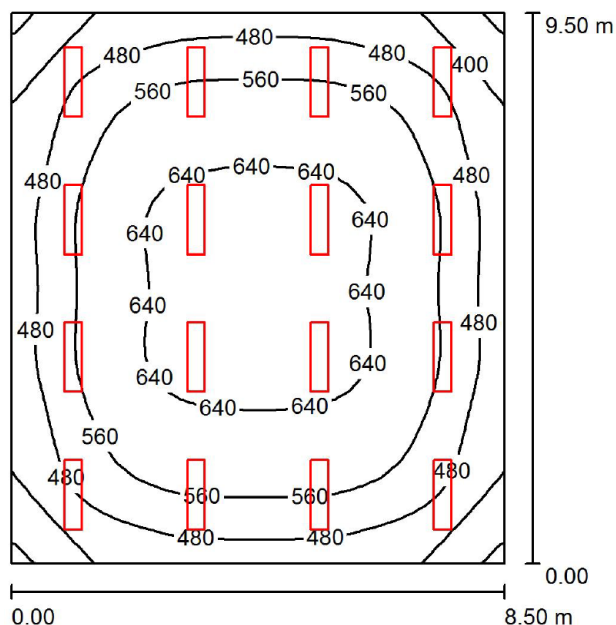
El aula tipo 2 corresponde al aula de reserva y al aula taller. La disposición de las luminarias y los niveles lumínicos en estas dos aulas son los que se pueden observar en la figura 3.11.



**Figura 3.11.** Disposición luminarias y niveles lumínicos aula tipo 2 (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.9. Aula tipo 3

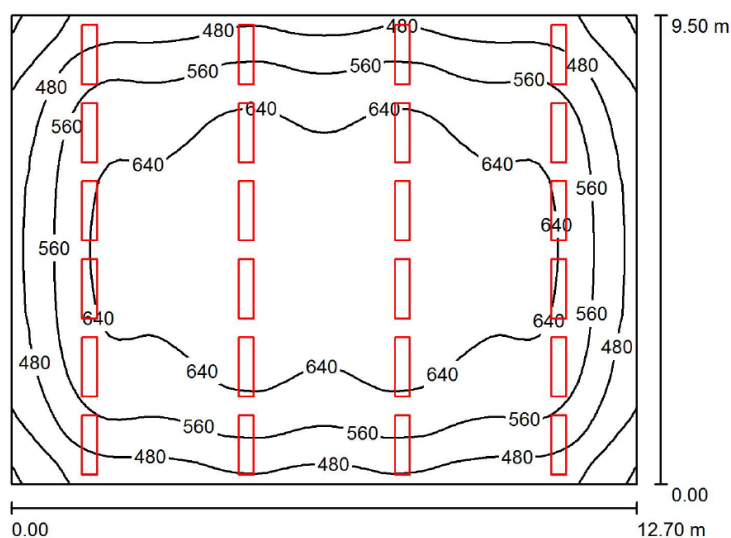
El aula tipo 2 corresponde al laboratorio 1, al laboratorio 2, al aula de tecnología 1 y al aula de tecnología 2. La disposición de las luminarias y los niveles lumínicos en estas cuatro aulas son los que se pueden observar en la figura 3.12.



**Figura 3.12.** Disposición luminarias y niveles lumínicos aula tipo 3 (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.10. Biblioteca

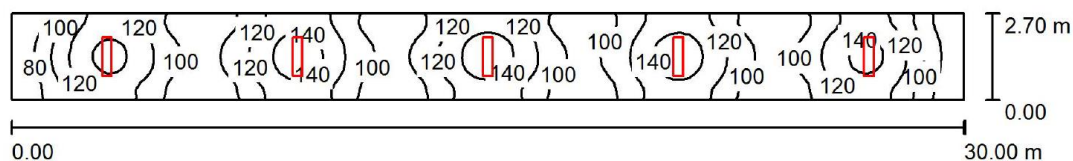
La figura 3.13. indica la posición de las luminarias en la biblioteca y los niveles de iluminación en lux.



**Figura 3.13.** Disposición luminarias y niveles lumínicos biblioteca (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.11. Pasillo aulas ESO

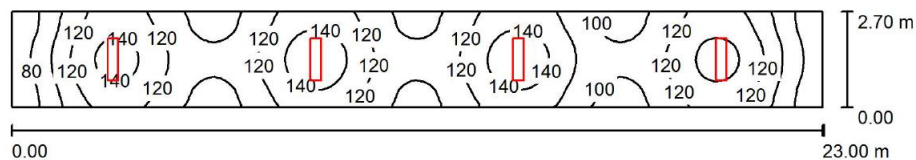
La figura 3.14. indica la posición de las luminarias en el pasillo para las aulas de la ESO y los niveles de iluminación en lux.



**Figura 3.14.** Disposición luminarias y niveles lumínicos pasillo aulas ESO (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.12. Pasillos aulas

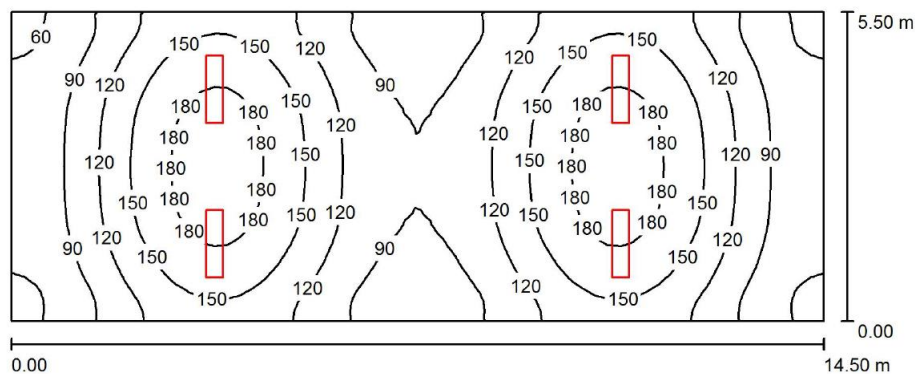
La figura 3.15. indica la posición de las luminarias y los niveles de iluminación en lux para el pasillo de bachillerato, el de las aulas específicas y el de los laboratorios.



**Figura 3.15.** Disposición luminarias y niveles lumínicos pasillo aulas (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.13. Pasillo departamentos y administración

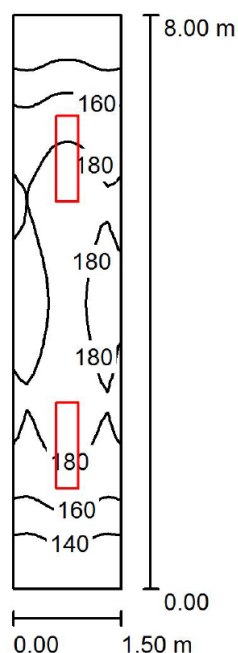
La figura 3.16. indica la posición de las luminarias y los niveles de iluminación en lux para el pasillo de los departamentos y el de administración.



**Figura 3.16.** Disposición luminarias y niveles lumínicos pasillo departamentos y administración (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.14. Pasillo gimnasio y lavabos

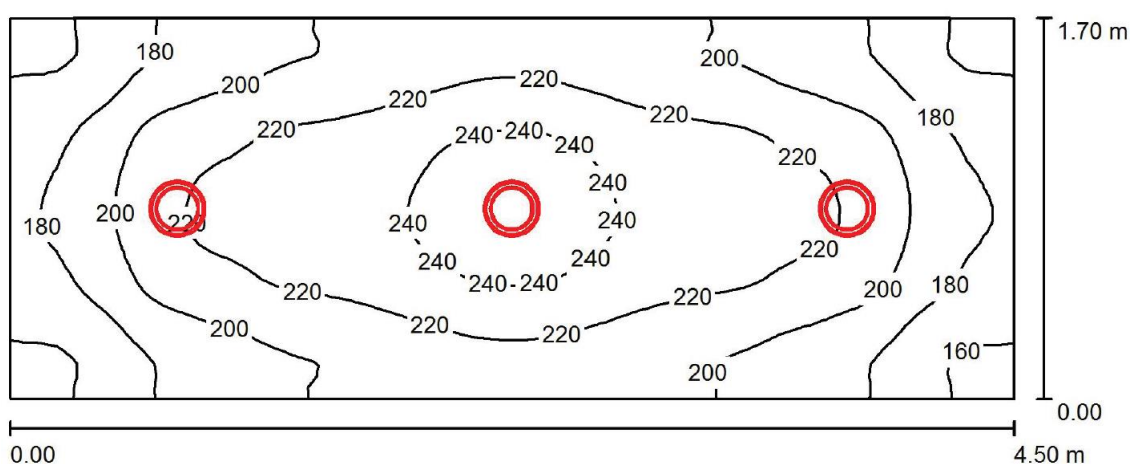
La figura 3.17. indica la posición de las luminarias y los niveles de iluminación en lux para el pasillo de los lavabos y el del gimnasio.



**Figura 3.17.** Disposición luminarias y niveles lumínicos pasillo gimnasio y lavabos (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.15. Vestuario o lavabo tipo 1

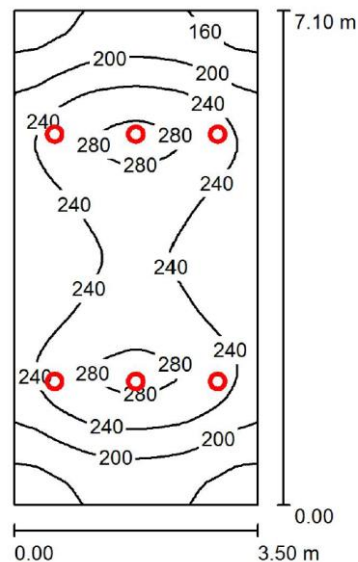
La figura 3.18. muestra la disposición de las luminarias y los niveles lumínicos de los lavabos de profesores, lavabos chicos y chicas 3, el vestuario de la planta baja, el vestuario de la cocina y el vestuario del monitor.



**Figura 3.18.** Disposición luminarias y niveles lumínicos vestuario o lavabo tipo 1 (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.16. Vestuario o lavabo tipo 2

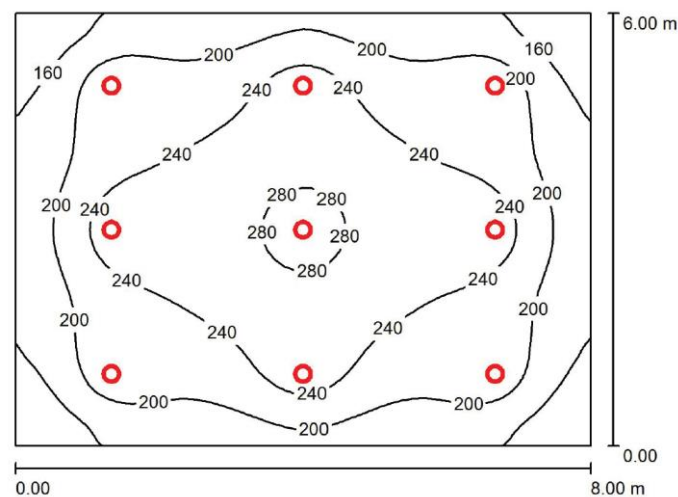
Este tipo de lavabo corresponde a los lavabos de chicos y chicas 1 y 2. Los cuales tienen la siguiente disposición de las luminarias y niveles lumínicos mostrado en la figura 3.19.



**Figura 3.19.** Disposición luminarias y niveles lumínicos vestuario o lavabo tipo 2 (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.17. Vestuario o lavabo tipo 3

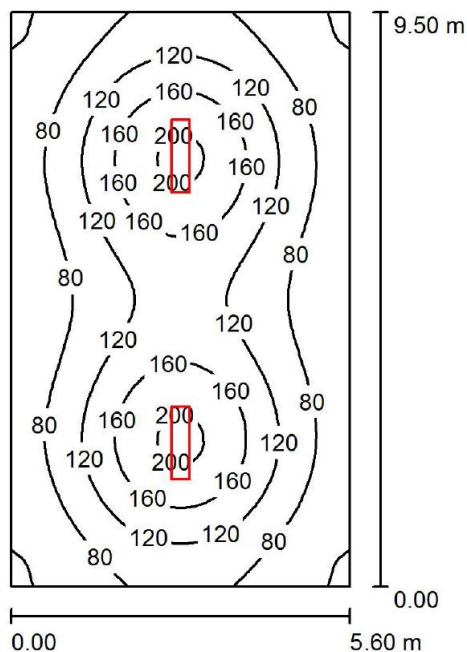
Este tipo de lavabo corresponde a los vestuarios de chicos y chicas del gimnasio. Los cuales tienen la siguiente disposición de las luminarias y niveles lumínicos mosrado en la figura 3.20.



**Figura 3.20.** Disposición luminarias y niveles lumínicos vestuario o lavabo tipo 1 (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.18. Almacén tipo 1

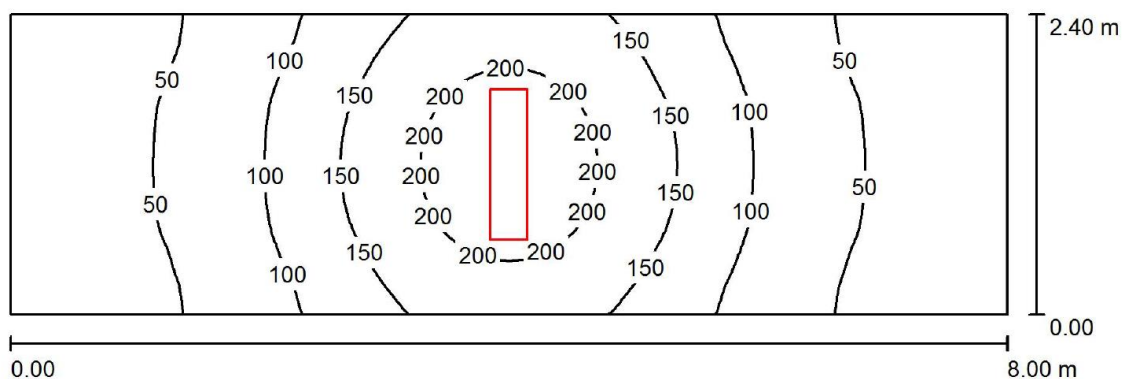
Este tipo de lavabo corresponde al almacén de la planta baja y a la sala de máquinas. Estos dos espacios tienen la siguiente disposición de las luminarias y niveles lumínicos mostrados en la figura 3.21.



**Figura 3.21.** Disposición luminarias y niveles lumínicos almacén tipo1 (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.19. Almacén tipo 2

Este tipo de lavabo corresponde a la sala de limpieza, al almacén de la cocina y al almacén del gimnasio. Estos tres espacios tienen la siguiente disposición de las luminarias y niveles lumínicos mostrados en la figura 3.22.

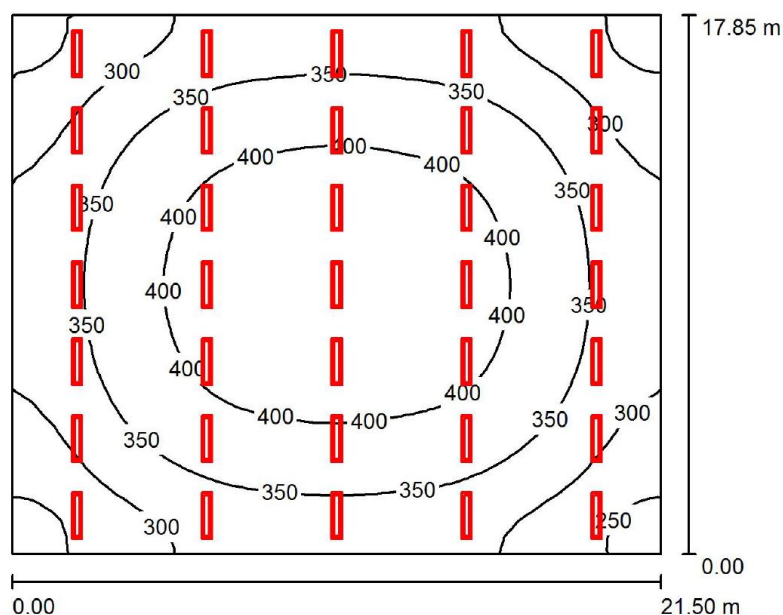


**Figura 3.22.** Disposición luminarias y niveles lumínicos vestuario o lavabo tipo 1 (Fuente: creación propia a partir de Dialux)



### 3.1.20. Gimnasio

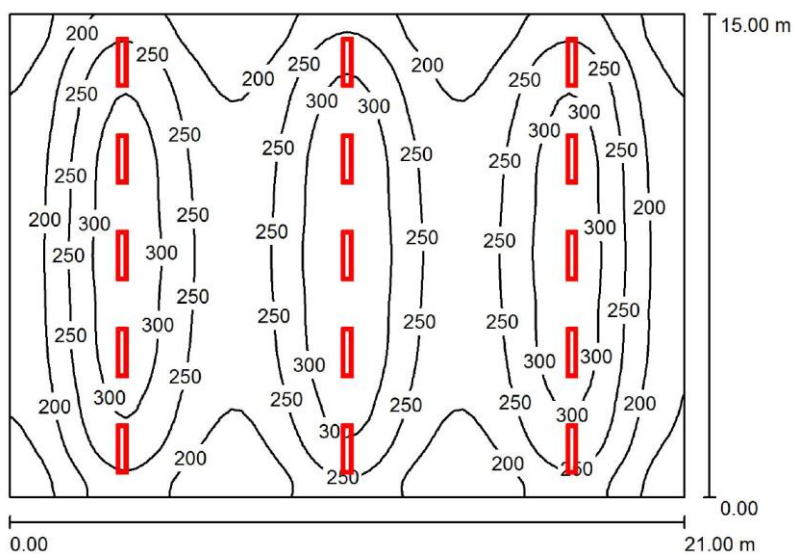
La disposición de las 35 luminarias utilizadas en el gimnasio junto con los niveles lumínicos se pueden observar en la figura 3.23.



**Figura 3.23.** Disposición luminarias y niveles lumínicos gimnasio (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

### 3.1.21. Vestíbulo planta baja

La disposición de las 35 luminarias utilizadas en el gimnasio junto con los niveles lumínicos se pueden observar en la figura 3.24.

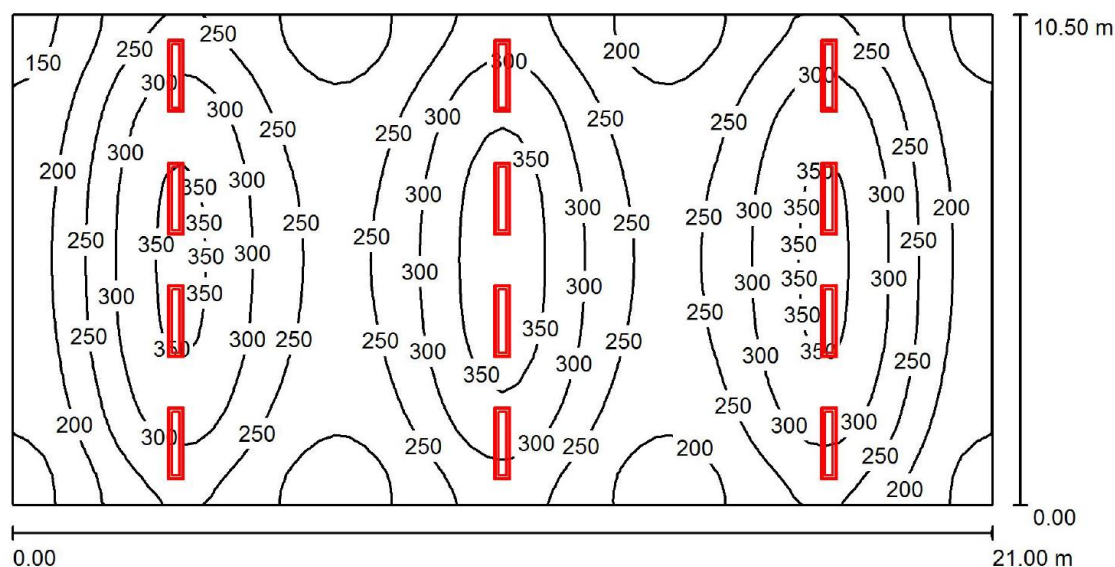


**Figura 3.24.** Disposición luminarias y niveles lumínicos vestíbulo planta baja (Fuente: creación propia a partir de Dialux)



### 3.1.22. Vestíbulo planta primera

La disposición de las 35 luminarias utilizadas en el gimnasio junto con los niveles lumínicos se pueden observar en la figura 3.25.



**Figura 3.25.** Disposición luminarias y niveles lumínicos vestíbulo planta primera (Fuente: creación propia a partir de Dialux)

## 3.2. Iluminación de seguridad

La iluminación de seguridad del centro de enseñanza se ha realizado mediante el programa Dialux y cumpliendo los requisitos marcados por la ITC-BT-28 apartado 3.1.1.

El alumbrado de evacuación es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación.

En las rutas de evacuación a nivel de suelo y en el eje de los pasos principales deberá haber una iluminación mínima de 1 lux. En los puntos que estén situados los equipos de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación mínima será de 5 lux. La relación entre iluminación máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar como mínimo durante una hora.

A continuación se muestra la tabla resumen del proyecto de iluminación de seguridad realizado para el centro.

Denominación	Luminaria utilizada	Pot. ud.(W)	Num. Uds.	Em (lx)	E <sub>max</sub> /E <sub>min</sub>	Pot. total (W)
Almacén	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,25	9,65	3
Laboratorio 1	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	2	1,75	6,56	6
Laboratorio 2	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	2	1,75	6,56	6
Laboratorio 3	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Pasillo laboratorios	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	3	11	3,09	30
Aula de tecnología 1	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	2	1,75	6,56	6
Aula de tecnología 2	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	2	1,75	6,56	6
Vestíbulo planta baja	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	6	8,25	6	60
A.P.A	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,91	4,94	3
Conserjería	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,28	4,31	3
Sala de máquinas	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,25	9,65	3
Salida S.M.	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	1	11	3,73	10
Vestuario	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,59	1,63	3
Sala de visitas	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,28	4,31	3
Secretario/a	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,28	4,31	3
Secretaría	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Director	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,28	4,31	3
Jefe de estudios	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,28	4,31	3
Pasillo administración	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	3	12	2,7	30
WC profesores 1	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,59	1,63	3
WC chicas 1	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,67	2,88	3
WC chicos 1	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,67	2,88	3

## Instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro de enseñanza

Pasillo lavabos 1	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	1	11	3,73	10
Sala de profesores	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Aula taller	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	2	1,36	11,61	6
Aula de reserva	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	2	1,36	11,61	6
Informática 1	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Informática 2	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Música	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Audiovisuales	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Pasillo aulas específicas	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	3	11	3,09	30
Bachillerato 1	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Bachillerato 2	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Bachillerato 3	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Bachillerato 4	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Bachillerato 5	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Bachillerato 6	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Bachillerato 7	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Bachillerato 8	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Pasillo bachillerato	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	3	11	3,09	30
Vestíbulo planta primera	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	6	11	5,4	60
Tutoría 1	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,91	4,94	3
Tutoría 2	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,91	4,94	3
Biblioteca	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	2	1,25	14,15	6
Departamento 1	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,28	4,31	3
Departamento 2	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,28	4,31	3

Departamento 3	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,91	4,94	3
Departamento 4	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,91	4,94	3
Departamento 5	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,28	4,31	3
Departamento 6	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,28	4,31	3
Pasillo departamentos	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	3	12	2,7	30
Limpieza	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	3	1	2,21	5,52	3
WC profesores 2	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,59	1,63	3
WC chicas 2	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,67	2,88	3
WC chicos 2	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,67	2,88	3
Pasillo lavabos 2	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	1	11	3,73	10
Aula ESO 1	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Aula ESO 2	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Aula ESO 3	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Aula ESO 4	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Aula ESO 5	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Aula ESO 6	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Aula ESO 7	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Aula ESO 8	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Aula ESO 9	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Aula ESO 10	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,2	10,44	3
Pasillo aulas ESO	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	3	8,82	5,23	30
Vestuario cocina	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,59	1,63	3
Almacén cocina	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	3	1	2,21	5,52	3

### Instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro de enseñanza

Cocina	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	1,88	7,48	3
Comedor	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	2	1,55	9,44	6
WC chicas 3	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,59	1,63	3
WC chicos 3	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,59	1,63	3
Gimnasio	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	2	1,83	4,58	20
Vestuario chicas	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	2	2,2	2,43	3
Vestuario chicos	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	2	2,2	2,43	3
Vestuario monitor	BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	3	1	2,59	1,63	3
Pasillo gimnasio	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	1	11	3,73	10
Salida pista	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	10	1	11	3,73	10
Almacén gimnasio	BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	3	1	2,21	5,52	3
Total						592

La potencia total para el alumbrado de seguridad del centro de enseñanza es de 592 W.

## 4. Eficiencia energética

La eficiencia Energética en los edificios tiene como objetivo reducir el consumo de la energía, y se basa en el uso eficiente de la energía tanto en los procesos productivos, como en el uso de la energía. Los edificios, y sus usuarios, que son consumidores de la energía pueden tener como objetivo reducir el consumo energético para disminuir los costes y para promover la sostenibilidad económica, política y ambiental. El consumo energético en los edificios se puede reducir a través de la producción de la energía cerca del punto de consumo, aplicando una construcción sostenible, utilizando instalaciones eficientes y asegurando buenos hábitos de los usuarios.

La necesidad de lograr una eficiencia energética en lo que se refiere al uso de la electricidad, se ha convertido en un tema de gran importancia y se ha definido como obligatorio en los países de la unión europea. Actualmente los edificios apuestan por una iluminación de mayor calidad, a bajo coste y con el mínimo consumo. Esto está siendo posible gracias a la tecnología Led que ha generado una nueva etapa en la iluminación.

La eficiencia energética en la iluminación es clave para el ahorro energético en los edificios y en las ciudades, es obligatorio en los edificios, tanto en obra nueva como reformada, que dispongan de instalaciones de iluminación adecuada a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficientes y duraderas. También ha de contar con un sistema que optimice el aprovechamiento de la luz natural, tal y como lo determina la sección HE-3 del Código Técnico de la Edificación y el Documento Básico de Ahorro de Energía.

Las guías técnicas de eficiencia energética tienen por objetivo establecer pautas y recomendaciones con la finalidad de:

- Cumplir con las recomendaciones de calidad y confort visual.
- Crear ambientes agradables y confortables para los usuarios de las instalaciones
- Racionalizar el uso de la energía con instalaciones de mayor eficiencia energética.

El IEE, índice de eficiencia energética, es un factor que mide la eficiencia energética de una instalación de alumbrado. La unidad de medida del IEE es  $W/m^2 - 100Lux$ . El IEE óptimo es 2, el IEE medio es 3,5 y el IEE máximo 4,5.

En la siguiente tabla se muestra el IEE para cada aula/espacio del centro de enseñanza.



Tabla cálculo índice de eficiencia energética (IEE) iluminación						
Descripción	Superficie (m)	Potencia (W)	E (lux)	W/M2	IEE W/M2-100LUX	Nivel
Almacén	53,2	68	100	1,28	1,28	Óptimo
Laboratorio 1	74,1	544	500	7,34	1,47	Óptimo
Laboratorio 2	74,1	544	500	7,34	1,47	Óptimo
Laboratorio 3	53,2	408	500	7,67	1,53	Óptimo
Pasillo laboratorios	61,83	136	100	2,20	2,20	Óptimo
Aula de tecnología 1	87,4	544	500	6,22	1,24	Óptimo
Aula de tecnología 2	87,4	544	500	6,22	1,24	Óptimo
Vestíbulo planta baja	319,75	1830	200	5,72	2,86	Óptimo
A.P.A	27,8	136	300	4,89	1,63	Óptimo
Conserjería	22	136	300	6,18	2,06	Óptimo
Sala de máquinas	38,1	68	100	1,78	1,78	Óptimo
Vestuario	13,05	72	200	5,52	2,76	Óptimo
Sala de visitas	20,65	136	300	6,59	2,20	Óptimo
Secretario/a	20,3	136	300	6,70	2,23	Óptimo
Secretaría	57,05	272	300	4,77	1,59	Óptimo
Director	20,65	136	300	6,59	2,20	Óptimo
Jefe de estudios	20,3	136	300	6,70	2,23	Óptimo
Pasillo administración	110,84	136	100	1,23	1,23	Óptimo
WC profesores 1	5,625	72	200	12,80	6,40	Máximo
WC chicas 1	24,923	144	200	5,78	2,89	Óptimo
WC chicos 1	24,85	144	200	5,79	2,90	Óptimo
Pasillo lavabos 1	9,185	68	100	7,40	7,40	Máximo
Sala de profesores	57	272	300	4,77	1,59	Óptimo
Aula taller	109,25	680	500	6,22	1,24	Óptimo
Aula de reserva	109,25	680	500	6,22	1,24	Óptimo
Informática 1	57	408	500	7,16	1,43	Óptimo
Informática 2	57	408	500	7,16	1,43	Óptimo
Música	57	408	500	7,16	1,43	Óptimo
Audiovisuales	57	408	500	7,16	1,43	Óptimo
Pasillo aulas específicas	64,26	136	100	2,12	2,12	Óptimo
Bachillerato 1	53,2	408	500	7,67	1,53	Óptimo
Bachillerato 2	57	408	500	7,16	1,43	Óptimo
Bachillerato 3	53,2	408	500	7,67	1,53	Óptimo
Bachillerato 4	49,88	408	500	8,18	1,64	Óptimo
Bachillerato 5	53,2	408	500	7,67	1,53	Óptimo
Bachillerato 6	57	408	500	7,16	1,43	Óptimo
Bachillerato 7	53,2	408	500	7,67	1,53	Óptimo
Bachillerato 8	49,88	408	500	8,18	1,64	Óptimo
Pasillo bachillerato	61,83	136	100	2,20	2,20	Óptimo
Vestíbulo planta primera	216,75	1464	200	6,75	3,38	Óptimo
Tutoría 1	27,8	136	300	4,89	1,63	Óptimo
Tutoría 2	27,8	136	300	4,89	1,63	Óptimo

Biblioteca	120,65	816	500	6,76	1,35	Óptimo
Departamento 1	20,65	136	300	6,59	2,20	Óptimo
Departamento 2	20,3	136	300	6,70	2,23	Óptimo
Departamento 3	28,35	136	300	4,80	1,60	Óptimo
Departamento 4	27,65	136	300	4,92	1,64	Óptimo
Departamento 5	16,095	136	300	8,45	2,82	Óptimo
Departamento 6	15	136	300	9,07	3,02	Óptimo
Pasillo departamentos	84,86	136	100	1,60	1,60	Óptimo
Limpieza	13,05	34	100	2,61	2,61	Óptimo
WC profesores 2	5,625	72	200	12,80	6,40	Máximo
WC chicas 2	24,923	144	200	5,78	2,89	Óptimo
WC chicos 2	24,85	144	200	5,79	2,90	Óptimo
Pasillo lavabos 2	9,185	68	100	7,40	7,40	Máximo
Aula ESO 1	57	408	500	7,16	1,43	Óptimo
Aula ESO 2	53,2	408	500	7,67	1,53	Óptimo
Aula ESO 3	54,625	408	500	7,47	1,49	Óptimo
Aula ESO 4	57	408	500	7,16	1,43	Óptimo
Aula ESO 5	57	408	500	7,16	1,43	Óptimo
Aula ESO 6	57	408	500	7,16	1,43	Óptimo
Aula ESO 7	53,2	408	500	7,67	1,53	Óptimo
Aula ESO 8	54,625	408	500	7,47	1,49	Óptimo
Aula ESO 9	57	408	500	7,16	1,43	Óptimo
Aula ESO 10	57	408	500	7,16	1,43	Óptimo
Pasillo aulas ESO	80,865	170	100	2,10	2,10	Óptimo
Vestuario cocina	7,5	72	200	9,60	4,80	Óptimo
Almacén cocina	15,125	34	100	2,25	2,25	Óptimo
Cocina	24,84	360	500	14,49	2,90	Óptimo
Comedor	96,6	272	200	2,82	1,41	Óptimo
WC chicas 3	7,7	72	200	9,35	4,68	Máximo
WC chicos 3	7,7	72	200	9,35	4,68	Máximo
Gimnasio	387	4270	300	11,03	3,68	Medio
Vestuario chicas	52,9	216	200	4,08	2,04	Óptimo
Vestuario chicos	40,16	216	200	5,38	2,69	Óptimo
Vestuario monitor	4,4	72	200	16,36	8,18	Máximo
Pasillo gimnasio	12,11	68	100	5,62	5,62	Máximo
Salida pista	15,125	68	100	4,50	4,50	Medio
Almacén gimnasio	15,125	34	100	2,25	2,25	Óptimo
Pista exterior alumbrada	700	1760	75	2,51	3,35	Óptimo



Como se puede observar en la tabla, la mayoría de IEE de iluminación para cada espacio tiene un nivel óptimo. Solo en unos pocos casos el IEE no es óptimo debido a que se trata de espacios de reducida superficie y se podrían utilizar LEDs con una potencia inferior.

## 5. Previsión de potencia

En este apartado se especificará la previsión de potencias para el alumbrado normal, el alumbrado de emergencia, ascensor y cocina. Además de la previsión de potencia de todo el centro y de los cuadros secundarios.

### 5.1. Alumbrado

La potencia prevista en cuanto a iluminación es un total de 29,08 kW tal y como se ha especificado en el apartado 3.1.

### 5.2. Ascensor

Se instalará el ascensor EASYLISFT que tiene una potencia de 3 kW. Este ascensor tiene una capacidad para 6 personas, una carga útil de 450 kg y una velocidad de 1 m/s.

### 5.3. Cocina

La cocina estará equipada con un horno, una nevera, un congelador, una placa vitrocerámica, un lavavajillas y tres microondas.

La placa vitrocerámica, el horno y el lavavajillas se conectarán directamente desde el cuadro secundario. Mientras que los demás equipos se conectarán a través de las tomas de corriente.

La potencia de los equipos de la cocina que se conectan directamente al cuadro secundario es de 16.900 W. Los cuales son 9.900 W de la placa vitrocerámica, 3.600 W del horno y 3.400 W del lavavajillas.

### 5.4. Tomas de corriente

Para las tomas de corriente de la cocina se preverá una potencia de 4.300 W que están compuestos por los 1.270 W de cada microondas, 120 W del congelador y 370 W de la nevera.

Paras las aulas de uso normal, de audiovisuales y de música, se prevé una potencia por las tomas de corriente de 900 W debido a que habrá un proyector de 250 W, una torre

de ordenador con una pantalla de 365 W y tres tomas para cargar ordenadores portátiles de 95 W cada uno.

Para aulas de informática se prevé la instalación de 15 ordenadores fijos y un proyector, lo que hace que la potencia prevista para las tomas sea de 5.725 W.

Para laboratorios y talleres se prevé la instalación de un proyector, un ordenador fijo, disponibilidad de conectar tres ordenadores portátiles y 1.000 W extras para equipos especiales. La potencia prevista total para las tomas de corriente de este tipo de aulas es de 1.900 W.

Para salas de profesorado la potencia prevista para las tomas de corriente será de 365 W que es la potencia para instalar un ordenador fijo.

Para los pasillos, almacenes, vestíbulos, vestuarios, comedor y gimnasio se prevé una potencia para las tomas de corriente de 500 W para equipos de limpieza o equipos que se necesiten conectar.

Para las tomas de corriente de la biblioteca se prevé una potencia de 1.200 W debido a 10 tomas para cargar ordenadores portátiles y un proyector.

Se ha tomado los siguientes valores de consumo por las tomas de corriente para cada tipo de aula o espacio:

Denominación espacio	Consumo tomas de corriente (W)
Aulas de uso normal, de audiovisuales y de música	900
Laboratorios y aulas de taller	1900
Aulas de informática	5725
Cocina	4300
Departamentos, salas de tutoría y visitas, salas de profesorado, secretaría y conserjería	365
Lavabos, pasillos, comedor, vestíbulos, gimnasio, vestuarios y almacenes	500
Biblioteca	1200

## 5.5. Previsión de potencia total del centro

En la siguiente tabla se muestra el resumen de la potencia prevista para cada aula/espacio y la suma total que es la potencia prevista del centro.

Denominación	Iluminación (W)	Equipos (W)	Tomas de corriente (W)	Total (W)
Almacén	68		500	568
Laboratorio 1	544		1900	2444
Laboratorio 2	544		1900	2444
Laboratorio 3	408		1900	2308
Pasillo laboratorios	136		500	636
Aula de tecnología 1	544		1900	2444
Aula de tecnología 2	544		1900	2444
Vestíbulo planta baja	1830		500	2330
A.P.A	136		365	501
Conserjería	136		365	501
Sala de máquinas	68		500	568
Salida S.M.	68			68
Vestuario	72		500	572
Sala de visitas	136		365	501
Secretario/a	136		365	501
Secretaría	272		365	637
Director	136		365	501
Jefe de estudios	136		365	501
Pasillo administración	136		500	636
Ascensor		3000		3000
WC profesores 1	72		500	572
WC chicas 1	144		500	644
WC chicos 1	144		500	644
Pasillo lavabos 1	68		500	568
Sala de profesores	272		365	637
Aula taller	680		1900	2580
Aula de reserva	680		1900	2580
Informática 1	408		5725	6133
Informática 2	408		5725	6133
Música	408		900	1308
Audiovisuales	408		900	1308
Pasillo aulas específicas	136		500	636
Bachillerato 1	408		900	1308
Bachillerato 2	408		900	1308
Bachillerato 3	408		900	1308
Bachillerato 4	408		900	1308
Bachillerato 5	408		900	1308
Bachillerato 6	408		900	1308

## Instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro de enseñanza

Bachillerato 7	408		900	1308
Bachillerato 8	408		900	1308
Pasillo bachillerato	136		500	636
Vestíbulo planta primera	1464		500	1964
Tutoría 1	136		365	501
Tutoría 2	136		365	501
Biblioteca	816		1200	2016
Departamento 1	136		365	501
Departamento 2	136		365	501
Departamento 3	136		365	501
Departamento 4	136		365	501
Departamento 5	136		365	501
Departamento 6	136		365	501
Pasillo departamentos	136		500	636
Limpieza	34		500	534
WC profesores 2	72		500	572
WC chicas 2	144		500	644
WC chicos 2	144		500	644
Pasillo lavabos 2	68		500	568
Aula ESO 1	408		900	1308
Aula ESO 2	408		900	1308
Aula ESO 3	408		900	1308
Aula ESO 4	408		900	1308
Aula ESO 5	408		900	1308
Aula ESO 6	408		900	1308
Aula ESO 7	408		900	1308
Aula ESO 8	408		900	1308
Aula ESO 9	408		900	1308
Aula ESO 10	408		900	1308
Pasillo aulas ESO	170		500	670
Vestuario cocina	72		500	572
Almacén cocina	34		500	534
Cocina	360	16900	4300	21560
Comedor	272		500	772
WC chicas 3	72		500	572
WC chicos 3	72		500	572
Gimnasio	4270		500	4770
Vestuario chicas	216		500	716
Vestuario chicos	216		500	716
Vestuario monitor	72		500	572
Pasillo gimnasio	68		500	568
Salida pista	68			68
Almacén gimnasio	34		500	534
Pista exterior	1760			1760

Total	29080	19900	69590	118570
-------	-------	-------	-------	--------

La potencia máxima prevista para el centro de enseñanza será de 118,57 kW con un potencia reactiva de 49,77 kvar. Con esta potencia activa prevista y reactiva tenemos una potencia aparente de 128,5 kVA y un factor de potencia de 0,92.

El coeficiente de simultaneidad que se ha tomado para la instalación es de 0,85 por lo que la potencia prevista del centro de enseñanza será de 100,78 kW. Este coeficiente de simultaneidad es bastante alto debido a que habrá varios momentos en los cuales el centro tenga la mayoría de las aulas usándose y los equipos de la cocina estén en marcha. En esos momentos solo estarán sin funcionamiento eléctrico algunas salas tipo despachos, tomas de corriente y el alumbrado de la pista exterior.

La potencia a contratar a FECSA ENDESA será de 111 kW.

## 6. Cálculos y selección de aparamenta

### 6.1. Grupo electrógeno

El grupo electrógeno que deberá disponer el centro de enseñanza debe ser tal que pueda suministrar una potencia superior al 15 % de la potencia contratada y también ha de proporcionar la potencia necesaria para el alumbrado de emergencia. Por lo que el grupo electrógeno a instalar deberá de proporcionar una potencia superior a 17,724 kW.

Por ello, se instalará un grupo electrógeno de la empresa ELECTRA MOLINS tipo UEMZ-33 de 33 kVA-26,4 kW de potencia máxima en servicio de emergencia por fallo de red. La potencia activa está sujeta a una tolerancia de  $\pm 5\%$ .

El alternador del grupo electrógeno de la marca LEROY SOMER de 33 kVA, de tensión 400/230 V y 50 Hz de frecuencia.

El motor del grupo electrógeno es un motor DEUTZ tipo BF4L 1011F de 31,3 kW a 1500 rpm. El motor tiene regulación electrónica de la velocidad, arranque eléctrico y se refrigera mediante agua. El depósito de combustible es de 100 litros montado en la bancada y con indicador de nivel.

El grupo contiene un cuadro de mando tipo AUT-6010D que permite arrancar el grupo de forma manual o remota. También se dispone del cuadro de arranque automático y conmutación por fallo de red tipo AUT-6010E, el cual realiza las siguientes operaciones:

- Detección del fallo de red mediante relé de tensión
- Señal de arranque al cuadro AUT-6010D
- Control de la conmutación red-grupo
- Transferencia de la carga a la red al detectar que se ha normalizado el suministro público y parada del grupo electrógeno
- Conmutador red-grupo formado por dos contactores tetrapolares de 60 A a la tensión de 400 V y enclavados eléctrica y mecánicamente.

El cuadro AUT-6010E se suministra suelto para montarlo sobre la pared y dispone de una manguera de 10 m para conectar las líneas de mando al cuadro AUT-6010D colocado sobre el grupo electrógeno. Incluye un conmutador RED-GRUPO formado por dos contactores tetrapolares de 60 A.



**Figura 6.1.** Grupo electrógeno UEMZ-33 de Electra Molins (Fuente: Electra Molins)

## 6.2. Caja general de protección

Según la potencia a contratar, la caja general de protección a instalar es la CGP-9-250 con el tipo de bases de portafusibles BUC 1.

La caja general de protección, el conjunto de medida, el interruptor de control de potencia y el interruptor general de alimentación a instalar se hará según la guía VADEMECUM de FECSA ENDESA para suministros individuales mayores a 15 kW. La tabla que especifica los equipos a instalar según la potencia contratada y la máxima potencia admisible es la que se muestra en la figura 6.2.



INSTRUCCIONES PARA EL INSTALADOR

SUMINISTROS INDIVIDUALES MAYORES DE 15 kW

Efectúe la instalación según el esquema y los datos de la columna marcada con "x"

Al terminar la instalación entregue en nuestras oficinas o Punt de Servei el Certificado de Instalación Eléctrica de Baja Tensión (CIEBT) junto con este impreso

POTENCIA SOLICITADA		kW																							
POTENCIA MÁXIMA (kW) QUE SE PUEDE CONTRATAR		TRIFÁSICO																							
PROTECCIÓN DIFERENCIAL		Intensidad nominal (A)	17,32	20,78	24,24	27,71	31,17	34,64	43,64	55	69	87	111	139	173	218	277	346	436	554	693				
PROTECCIÓN DIFERENCIAL		Sensibilidad (mA)	40	30 ó 300										30 ó 300											
I.G.A.		El que corresponda según la potencia máxima admisible por la instalación interior																							
PROTECCIÓN DE SOBRETENSIÓN		- Dispositivo para la protección contra sobretensiones permanentes - Dispositivo para la protección contra sobretensiones transitorias																							
ICP-M / INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN E INTENSIDAD REGULABLE	Int. nominal (A)	25	30	35	40	45	50	63	160												400	630	1000		
	Poder de corte (kA)	≥ 4,5										10	20											30	50
	Térmico (A)	25	30	35	40	45	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000					
	Magnético (A)	5 veces la intensidad de regulación térmica, actuando en un tiempo inferior a 0,02 segundos																							
CONJUNTO DE MEDIDA (TMF)	Tipo	TMF1										TMF10													
	Contador (A)	Multifunción										Multifunción													
	Trafo. Intensidad (A/A)	100/5										200/5										500/5			
	Cableado Cu	20x5+15x5										30x6+20x5										50x10+30x6			
	Fusibles A (*)	80	100										160	200	250	315	630	1250							
Bases (Tamaño)	BUC 00										BUC 1										BUC 3				
LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN		Conductores de cobre de:																mm²							
CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN	Fusibles gG (A)	80	100										160	200	250	315	630	Estudiar en cada caso							
ACOMETIDA	Tipo e Intensidad																								
	CONDUCTORES	Aérea posada sobre fachada																Subterránea							
OBSERVACIONES:		Aérea tensada sobre apoyos																Caja de seccionamiento							
		Aero-Subterránea																Cuadro CT							
		mm²																							
OBSERVACIONES: Cada trafo de intensidad estará encapsulado en resina, formando un conjunto monolítico. Responderán a una clase de precisión de 0,5S y 15 VA de potencia. La CGP responderá al esquema 9 de la INNLO10. Para potencias superiores será necesario la realización de un estudio específico. (*) En caso de existir CGP estos fusibles se sustituirán por cuchillas seccionadoras.																									

Figura 6.2. Tabla para instalación de enlace de suministros individuales mayores a 15 kW  
(Fuente: Guía Vademecum para instalaciones de enlace en baja tensión)

### 6.3. Conjunto de medida

El conjunto de medida a instalar es un contador multifunción TMF10 con un transformador de intensidad 200/5. Al ya disponer de caja general de protección no dispondrá de fusibles y se substituirán por cuchillas seccionadoras.

### 6.4. Interruptor de control de potencia

Se instalará un interruptor de control de potencia con una intensidad nominal de 160 A, un poder de corte de 10 kA y una intensidad térmico de 160 A.

### 6.5. Interruptor general de alimentación

Se instalará un interruptor de control de potencia con una intensidad nominal de 400 A, un poder de corte de 20 kA y una intensidad térmico de 200 A.

### 6.6. Cálculo de las secciones de los conductores

Para el cálculo de la sección de los conductores de cada derivación de la instalación, se han seguido los criterios especificados en la ITC-BT-19 de máximas caídas de tensión admisibles e intensidades máximas admisibles por los conductores.

Para el cálculo de las intensidades y caídas de tensión de líneas monofásicas se han utilizado la Ec. 6.1 y Ec. 6.2:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \quad (\text{Ec. 6.1})$$

$$\varepsilon (\%) = \frac{\rho \cdot L \cdot P \cdot 200}{V^2 \cdot S} \quad (\text{Ec. 6.2})$$

Siendo:

- P: potencia activa
- V: tensión de la línea (230 V)
- L: longitud de la línea (m)
- S: sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- $\rho$ : resistividad del conductor ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )

Para el cálculo de las intensidades y caídas de tensión de líneas trifásicas se han utilizado la Ec. 6.3 y la Ec. 6.4:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (\text{Ec. 6.3})$$

$$\varepsilon (\%) = \frac{\rho \cdot L \cdot P \cdot 100}{U^2 \cdot S} \quad (\text{Ec. 6.4})$$



Siendo:

- P: potencia activa
- U: tensión de la línea (400 V)
- L: longitud de la línea (m)
- S: sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )
- $\rho$ : resistividad del conductor ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )

La sección de los conductores ha de ser tal que su intensidad máxima admisible sea superior a la intensidad de la línea. Para el cálculo de las intensidades en circuitos para el alumbrado se ha tomado un factor de sobredimensionamiento de 1,8 y de 1,3 para el del ascensor.

La caída de tensión máxima en circuitos para alumbrado no puede ser superior al 3% y para los circuitos de otros usos del 5%.

La sección mínimo para la derivación individual es de  $10 \text{ mm}^2$  marcada por FECSA ENDESA y la caída de tensión no puede superar el 1,5%.

Línea	Descripción línea	Potencia (W)	FDP	Voltaje (V)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Material del conductor	Metodo de instalación	Tipo de conductor	Nivel aislamiento	Iz (A)	ε (%)
DI	Derivación individual /cuadro general de distribución	100780	0,92	400	158,11	35	70	Cobre	Tubo empotrado en obra	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	193	0,69
GE	Grupo electrógeno	24630	0,8	400	44,44	10	10	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	68	0,34
C1	Cuadro secundario planta baja	30434	0,91	400	48,27	5	10	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	68	0,21
C2	Cuadro secundario planta primera	33772	0,92	400	52,98	10	10	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	68	0,46
C3	Cuadro secundario gimnasio	29626	0,94	400	45,49	50	16	Cobre	Tubo empotrado en obra	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	77	1,27
C4	Cuadro secundario planta baja suministro preferente	14677	0,90	400	23,54	5	10	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	68	0,10
C5	Cuadro secundario planta primera suministro preferente	2220	0,93	400	3,45	10	10	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	68	0,03
C6	Cuadro secundario gimnasio suministro preferente	4733	0,90	400	7,59	50	10	Cobre	Tubo empotrado en obra	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	57	0,33
BC	Batería de condensadores (kvar)	17500	0	400	25,26	10	10	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	68	0,24
AS	Ascensor	3000	0,8	400	7,04	10	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	20	0,28
<b>Cuadro secundario planta baja</b>													
L1.1	Alumbrado almacén y pasillo labs	204	0,9	230	1,77	54	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,61
F1.1	Tomas de corriente almacén y pasillo labs	1000	1	230	4,35	54	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,99
L1.2	Alumbrado conserjería, A.P.A., sala de máquinas y vestuario	480	0,9	230	4,17	20	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,53
F1.2	Tomas de corriente conserjería, A.P.A., sala de máquinas y vestuario	1730	0,9	230	8,36	20	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,92
L1.3	Alumbrado salas de administración	816	0,9	230	7,10	35	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,58
F1.3	Tomas de corriente salas de administración	1825	0,9	230	8,82	35	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	3,54

## Instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro de enseñanza

L1.4	Alumbrado lavabos planta baja	428	0,9	230	3,72	16	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,38
F1.4	Tomas de corriente lavabos planta baja	2000	1	230	8,70	16	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,77
L1.5	Alumbrado sala de profesores, pasillo administración y aulas	544	0,9	230	4,73	39	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,18
F1.5	Tomas de corriente sala de profesores, pasillo administración y aulas	1365	0,9	230	6,59	39	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,95
L1.6	Alumbrado 1 aulas específicas	1020	0,9	230	8,87	57	2,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	32	1,93
L1.7	Alumbrado 2 aulas específicas	986	0,9	230	8,57	57	2,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	32	1,87
L1.8	Alumbrado 3 aulas específicas	986	0,9	230	8,57	57	2,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	32	1,87
F1.6	Tomas de corriente aulas específicas	5600	0,9	230	27,05	42	6	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	57	3,26
F1.7	Tomas de corriente informática 1	5725	0,9	230	27,66	50	10	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	78	2,38
F1.8	Tomas de corriente informática 2	5725	0,9	230	27,66	57	10	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	78	2,71
<b>Cuadro secundario planta primera</b>													
L2.1	Alumbrado pasillo bachillerato y salas de tutoría	408	0,9	230	3,55	42	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,95
F2.1	Tomas de corriente pasillo bachillerato y salas de tutoría	1230	1	230	5,35	42	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,86
L2.2	Alumbrado 1 bachillerato 1-2-3-4	544	0,9	230	4,73	54	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,63
L2.3	Alumbrado 2 bachillerato 1-2-3-4	544	0,9	230	4,73	54	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,63
L2.4	Alumbrado 3 bachillerato 1-2-3-4	544	0,9	230	4,73	54	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,63
F2.2	Tomas de corriente bachillerato 1-2-3-4	3600	0,9	230	17,39	54	6	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	57	2,69
L2.5	Alumbrado 1 bachillerato 5-6-7-8 y biblioteca	816	0,9	230	7,10	42	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,90
L2.6	Alumbrado 2 bachillerato 5-6-7-8 y biblioteca	816	0,9	230	7,10	42	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,90
L2.7	Alumbrado 3 bachillerato 5-6-7-8 y biblioteca	816	0,9	230	7,10	42	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,90
F2.3	Tomas de corriente bachillerato 5-6-7-8 y biblioteca	4100	0,9	230	19,81	42	6	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	57	2,39



L2.8	Alumbrado departamentos	816	0,9	230	7,10	27	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,22
F2.4	Tomas de corriente departamentos	2190	0,9	230	10,58	27	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	3,28
L2.9	Alumbrado pasillo departamentos y pasillo aulas ESO	306	0,9	230	2,66	38	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,64
F2.5	Tomas de corriente pasillo departamentos y pasillo aulas ESO	1000	1	230	4,35	38	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,11
L2.1 0	Alumbrado limpieza y lavabos planta primera	462	0,9	230	4,02	16	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,41
F2.6	Tomas de corriente limpieza y lavabos planta primera	2500	1	230	10,87	16	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,22
L2.1 1	Alumbrado 1 ESO 1-2-3-4-5	680	0,9	230	5,91	56	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,11
L2.1 2	Alumbrado 2 ESO 1-2-3-4-5	680	0,9	230	5,91	56	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,11
L2.1 3	Alumbrado 3 ESO 1-2-3-4-5	680	0,9	230	5,91	56	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,11
F2.7	Tomas de corriente ESO 1-2-3-4-5	4500	0,9	230	21,74	56	6	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	57	3,49
L2.1 4	Alumbrado 1 ESO 6-7-8-9-10	680	0,9	230	5,91	42	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,58
L2.1 5	Alumbrado 2 ESO 6-7-8-9-10	680	0,9	230	5,91	42	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,58
L2.1 6	Alumbrado 3 ESO 6-7-8-9-10	680	0,9	230	5,91	42	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,58
F2.8	Tomas de corriente ESO 6-7-8-9-10	4500	0,9	230	21,74	42	6	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	57	2,62
<b>Cuadro secundario gimnasio</b>													
L3.1	Alumbrado 1 gimnasio y comedor	1566	0,9	230	13,62	26	2,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	32	1,35
L3.2	Alumbrado 2 gimnasio y comedor	1532	0,9	230	13,32	26	2,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	32	1,33
L3.3	Alumbrado 3 gimnasio y comedor	1444	0,9	230	12,56	26	2,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	32	1,25
F3.1	Tomas de corriente gimnasio y comedor	1000	1	230	4,35	26	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,44
L3.4	Alumbrado vestuarios gimnasio	504	0,9	230	4,38	26	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,73



## Instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro de enseñanza

F3.2	Tomas de corriente vestuarios gimnasio	1500	1	230	6,52	26	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,16
L3.5	Alumbrado pasillos gimnasio y almacén gimnasio	170	0,9	230	1,48	15	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,14
F3.3	Tomas de corriente pasillos gimnasio y almacén gimnasio	1000	1	230	4,35	15	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,83
F3.4	Placa vitrocerámica	9900	0,9	230	47,83	35	10	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	78	2,88
F3.5	Horno	3600	1	230	15,65	35	4	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	44	2,62
F3.6	Lavavajillas	3400	0,9	230	16,43	35	4	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	44	2,47
L3.6	Alumbrado lavabos comedor	144	0,9	230	1,25	22	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,18
F3.7	Tomas de corriente lavabos comedor	1000	1	230	4,35	22	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,22
L3.7	Alumbrado vestuario cocina y almacén cocina	106	0,9	230	0,92	41	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,24
F3.8	Tomas de corriente vestuario cocina y almacén cocina	1000	1	230	4,35	41	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,27
L3.8	Alumbrado pista deportiva exterior	1760	0,9	230	15,30	40	4	Cobre	Tubo empotrado en obra	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	38	1,46
<b>Cuadro secundario planta baja suministro preferente</b>													
L4.1	Alumbrado 1 laboratorios	510	0,9	230	4,43	49	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,39
L4.2	Alumbrado 2 laboratorios	510	0,9	230	4,43	49	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,39
L4.3	Alumbrado 3 laboratorios	476	0,9	230	4,14	49	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	1,29
F4.1	Tomas de corriente laboratorios	5700	0,9	230	27,54	49	6	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	57	3,87
L4.4	Alumbrado 1 aulas tecnología y vestíbulo planta baja	984	0,9	230	8,56	40	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,18
L4.5	Alumbrado 2 aulas tecnología y vestíbulo planta baja	984	0,9	230	8,56	40	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,18
L4.6	Alumbrado 3 aulas tecnología y vestíbulo planta baja	950	0,9	230	8,26	40	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	2,11
F4.2	Tomas de corriente aulas tecnología y vestíbulo planta baja	4300	0,9	230	20,77	40	6	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	57	2,38
LE4.1	Alumbrado emergencia zona laboratorios y vestíbulo planta baja	126	0,9	230	1,10	54	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,38



LE4.2	Alumbrado emergencia zona administración, lavabos y aulas esp.	137	0,9	230	1,19	57	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,43
<b>Cuadro secundario planta primera suministro preferente</b>													
L5.1	Alumbrado 1 vestíbulo planta primera	488	0,9	230	4,24	17	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,46
L5.2	Alumbrado 2 vestíbulo planta primera	488	0,9	230	4,24	17	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,46
L5.3	Alumbrado 3 vestíbulo planta primera	488	0,9	230	4,24	17	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,46
F5.1	Tomas de corriente vestíbulo planta primera	500	1	230	2,17	17	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,47
LE5.1	Alumbrado emergencia zona bachillerato y vestíbulo planta primera	126	0,9	230	1,10	54	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,38
LE5.2	Alumbrado emergencia zona departamentos, lavabos y ESO	130	0,9	230	1,13	56	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,40
<b>Cuadro secundario gimnasio suministro preferente</b>													
L6.1	Alumbrado cocina	360	0,9	230	3,13	35	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,70
F6.1	Tomas de corriente cocina	4300	0,9	230	20,77	35	4	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	44	3,13
LE6.1	Alumbrado emergencia zona gimnasio	52	0,9	230	0,45	26	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,07
LE6.2	Alumbrado emergencia zona comedor y cocina	21	0,9	230	0,18	41	1,5	Cobre	Bandeja perforada	RZ1-K XLPE	0,6/1kV	23	0,05



## 6.7. Intensidades de cortocircuito

La ecuación utilizada para calcular la intensidad de cortocircuito de líneas monofásicas es la Ec 6.5:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot V}{R} \quad (\text{Ec. 6.5})$$

Siendo:

- V: tensión de línea (230 V)
- R: resistencia total ( $\Omega$ )

Para las líneas trifásicas se ha utilizado la Ec 6.6:

$$I_{cc} = \frac{U}{Z \cdot \sqrt{3}} \quad (\text{Ec. 6.6})$$

Siendo:

- U: tensión de línea (400 V)
- Z: impedancia total ( $\Omega$ )

Donde la impedancia total de la línea Z es la suma cuadrática de la resistencia de la línea y de la reactancia. La fórmula para calcular la resistencia de la línea es la Ec 6.7:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} \quad (\text{Ec. 6.7})$$

Siendo:

- $\rho$ : densidad del conductor de cobre a 20 °C (0,0172  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )
- L: longitud de la línea (m)
- S: sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

Para el cálculo de la reactancia de la línea se tomará la Ec 6.8:

$$X = 0,08 \cdot L \quad (\text{Ec. 6.8})$$

Siendo:

- L: longitud de la línea (m)

Para el cálculo de la impedancia del inicio de la línea se ha tomado la línea como puramente reactiva, por lo que despreciamos la parte resistiva. De este modo con la intensidad de cortocircuito de 20.000 A podemos calcular la impedancia del inicio de la línea que es de 11,547 m $\Omega$ .

En la siguiente tabla se muestran las intensidades de cortocircuito y los poderes de corte de la aparamenta a utilizar de las derivaciones individuales y de la caja general.

Denominación línea	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Xlínea (mΩ)	Rlínea (mΩ)	Zlínea (mΩ)	Zacumulada (mΩ)	Icc (A)	PdC (kA)
Inicio línea			11,547		11,547			20
Derivación individual /cuadro general de distribución	35	70	2,8	8,60	9,04	16,73	13806,3	20
Grupo electrógeno	10	10	0,8	17,20	17,22	21,17	10907,4	20
Cuadro secundario planta baja	5	10	0,4	8,60	8,61	14,72	15688,4	20
Cuadro secundario planta primera	10	10	0,8	17,20	17,22	21,17	10907,4	20
Cuadro secundario gimnasio	50	16	4	53,75	53,90	55,95	4127,4	6
Cuadro secundario planta baja suministro preferente	5	10	0,4	8,60	8,61	14,72	15688,4	20
Cuadro secundario planta primera suministro preferente	10	10	0,8	17,20	17,22	21,17	10907,4	20
Cuadro secundario gimnasio suministro preferente	50	10	4	86,00	86,09	87,39	2642,5	6
Batería de condensadores (kvar)	10	10	0,8	17,20	17,22	21,17	10907,4	20
Ascensor	10	1,5	0,8	114,67	114,67	115,33	2002,4	6

## 6.8. Resistencia de puesta a tierra

La resistencia de puesta a tierra se realizará mediante un anillo de 224,2 m de longitud (perímetro del edificio) con conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección. El anillo estará enterrado a una profundidad de 0,5 metro. Como ya se ha mencionado anteriormente, para la resistividad del terreno se tomará un valor de 500 ohm·m.

La resistencia de puesta a tierra se calculará con la Ec. 6.9:

$$R_{PaT} = R_{cond} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 500}{224,2} = 4,46 \, \Omega \quad (\text{Ec. 6.9})$$

Siendo:

- $\rho$ : resistividad del terreno (500  $\Omega \cdot m$ )
- L: longitud del anillo (m)

Para calcular la tensión de contacto máxima se utilizará una sensibilidad máxima de los dispositivos de 300 mA ya que es con la que se conseguirá una mayor diferencia de potencial. La ecuación para calcular la tensión de contacto máxima es la Ec 6.10:

$$V_C = R_{PaT} \cdot I_{\Delta n} \quad (\text{Ec. 6.10})$$

Siendo:

- $R_{PaT}$ : resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )
- $I_{\Delta n}$ : sensibilidad máxima de los dispositivos (A)

Con la puesta a tierra instalada, obtenemos una tensión de contacto máxima es de 1,34 V la cual cumple con la ITC-BT-18 y con la ITC-BT-26. Se cumplen con los valores de tensión de contacto máximo descritos en la ITC-BT-18 de 50 V para instalaciones en general y de 24 V para alumbrado exterior, así mismo también cumplimos con la recomendación de la ITC-BT-26 que recomienda una resistencia de puesta a tierra menor de 15  $\Omega$ .

## 7. Compensación factor de potencia

Para mejorar el factor de potencia de la instalación se instalará una batería de condensadores, la cual deberá cumplir con el requisito de mejorar el factor de potencia hasta un valor de 0,95. Con este factor de potencia de 0,95 no se paga la energía reactiva restante consumida por el centro.

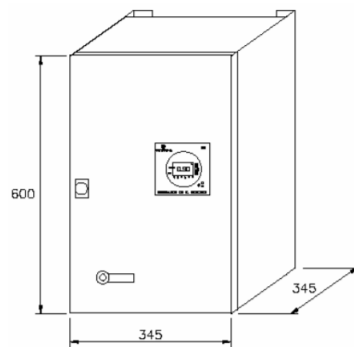
Para calcular la potencia que debe disponer la batería de condensadores se ha utilizado la Ec. 7.1:

$$Q = P \cdot (tg \varphi_i - tg \varphi_f) \quad (\text{Ec. 7.1})$$

Siendo:

- P: potencia activa (kW)
- $tg \varphi_i$ : tangente del ángulo inicial
- $tg \varphi_f$ : tangente del ángulo final

La batería de condensadores deberá tener una potencia reactiva de 11,53 kvar. Por ello se instalará la batería de condensadores de la empresa CYDESA tipo AO-400/17,5-3/7. Dispone de una potencia de 17,5 kvar con tres grupos físicos (2,5 – 5 - 10) y 7 escalones de 2,5 kvar. El armario donde se sitúan las baterías de condensadores mide 600 mm de alto, 345 mm de ancho y 345 mm de largo y el armario pesa 15 kg.



**Figura 7.1.** Batería de condensadores tipo A=400/17,5-3/7 de Cydesa (Fuente: Cydesa)

## 8. Estudio básico de seguridad y salud

Este apartado tiene como objetivo determinar las medidas de seguridad que se han de tomar frente al montaje y uso de la instalación eléctrica. Para ello se toma como referencia el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

### 8.1. Artículos del reglamento

#### 8.1.1. Artículo 1. Objeto, ámbito de aplicación y definiciones

1. El presente Real Decreto establece, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las disposiciones mínimas de seguridad para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico en los lugares de trabajo.
2. Este Real Decreto se aplica a las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo y a las técnicas y procedimientos para trabajar en ellas, o en sus proximidades.
3. Las disposiciones del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, se aplicarán plenamente al conjunto del ámbito contemplado en los apartados anteriores, sin perjuicio de las disposiciones específicas contenidas en el presente Real Decreto.
4. A efectos de este Real Decreto serán de aplicación las definiciones establecidas en el anexo I.

#### 8.1.2. Artículo 2. Obligaciones del empresario

1. El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo. La adopción de estas medidas deberá basarse en la evaluación de los riesgos contemplada en el artículo 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y la sección 1.a del capítulo II del Reglamento de los Servicios de Prevención.
2. En cualquier caso, a efectos de prevenir el riesgo eléctrico:
  - a) Las características, forma de utilización y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo deberán cumplir lo establecido en el artículo 3 de este Real Decreto y, en particular, las disposiciones a que se hace referencia en el apartado 4 del mismo.

b) Las técnicas y procedimientos para trabajar en las instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, deberán cumplir lo dispuesto en el artículo 4 de este Real Decreto.

#### **8.1.3. Artículo 3. Instalaciones eléctricas.**

1. El tipo de instalación eléctrica de un lugar de trabajo y las características de sus componentes deberán adaptarse a las condiciones específicas del propio lugar, de la actividad desarrollada en él y de los equipos eléctricos (receptores) que vayan a utilizarse. Para ello deberán tenerse particularmente en cuenta factores tales como las características conductoras del lugar del trabajo (posible presencia de superficies muy conductoras, agua o humedad), la presencia de atmósferas explosivas, materiales inflamables o ambientes corrosivos y cualquier otro factor que pueda incrementar significativamente el riesgo eléctrico.

2. En los lugares de trabajo sólo podrán utilizarse equipos eléctricos para los que el sistema o modo de protección previstos por su fabricante sea compatible con el tipo de instalación eléctrica existente y los factores mencionados en el apartado anterior.

3. Las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo se utilizarán y mantendrán en la forma adecuada y el funcionamiento de los sistemas de protección se controlará periódicamente, de acuerdo a las instrucciones de sus fabricantes e instaladores, si existen, y a la propia experiencia del explotador.

4. En cualquier caso, las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo y su uso y mantenimiento deberán cumplir lo establecido en la reglamentación electrotécnica, la normativa general de seguridad y salud sobre lugares de trabajo, equipos de trabajo y señalización en el trabajo, así como cualquier otra normativa específica que les sea de aplicación.

#### **8.1.4. Artículo 4. Técnicas y procedimientos de trabajo.**

1. Las técnicas y procedimientos empleados para trabajar en instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, se establecerán teniendo en consideración:

a) La evaluación de los riesgos que el trabajo pueda suponer, habida cuenta de las características de las instalaciones, del propio trabajo y del entorno en el que va a realizarse.

b) Los requisitos establecidos en los restantes apartados del presente artículo.

2. Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo en los casos que se indican en los apartados 3 y 4 de este artículo. Para dejar la instalación eléctrica sin tensión, antes de



realizar el trabajo, y para la reposición de la tensión, al finalizarlo, se seguirán las disposiciones generales establecidas en el anexo II.A y, en su caso, las disposiciones particulares establecidas en el anexo II.B.

3. Podrán realizarse con la instalación en tensión:

- a) Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.
- b) Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.

4. También podrán realizarse con la instalación en tensión:

- a) Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.
- b) Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

5. Excepto en los casos indicados en el apartado 3 de este artículo, el procedimiento empleado para la realización de trabajos en tensión deberá ajustarse a los requisitos generales establecidos en el anexo III.A y, en el caso de trabajos en alta tensión, a los requisitos adicionales indicados en el anexo III.B.

6. Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones eléctricas se realizarán siguiendo las disposiciones generales establecidas en el anexo IV.A y, en su caso, las disposiciones particulares establecidas en el anexo IV.B. Si durante la realización de estas operaciones tuvieran que ocuparse, o pudieran invadirse accidentalmente, las zonas de peligro de elementos en tensión circundantes, se aplicará lo establecido, según el caso, en los apartados 5 ó 7 del presente artículo.

7. Los trabajos que se realicen en proximidad de elementos en tensión se llevarán a cabo según lo dispuesto en el anexo V, o bien se considerarán como trabajos en tensión y se aplicarán las disposiciones correspondientes a este tipo de trabajos.

8. Sin perjuicio de lo dispuesto en los anteriores apartados de este artículo, los trabajos que se realicen en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión, así como los procesos en los que se pueda producir una acumulación peligrosa de carga electrostática, se deberán efectuar según lo dispuesto en el anexo VI.

#### **8.1.5. Artículo 5. Formación e información de los trabajadores**

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre el riesgo eléctrico, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto

#### **8.1.6 Artículo 6. Consulta y participación de los trabajadores**

La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes sobre las cuestiones a que se refiere este Real Decreto se realizarán de conformidad con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

## **8.2. Anexos**

### **8.2.1. Anexo I. Definiciones**

A los efectos de lo dispuesto en este Real Decreto, se entenderá como:

1. Riesgo eléctrico: riesgo originado por la energía eléctrica. Quedan específicamente incluidos los riesgos de:

- a) Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- b) Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- c) Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- d) Incendios o explosiones originados por la electricidad.





2. Lugar de trabajo: cualquier lugar al que el trabajador pueda acceder, en razón de su trabajo.
3. Instalación eléctrica: el conjunto de los materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante los que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica ; se incluyen las baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.
4. Procedimiento de trabajo: secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para llevarlo a cabo.
5. Alta tensión. Baja tensión. Tensiones de seguridad: las definidas como tales en los reglamentos electrotécnicos.
6. Trabajos sin tensión: trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.
7. Zona de peligro o zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.
8. Trabajo en tensión: trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. No se consideran como trabajos en tensión las maniobras y las mediciones, ensayos y verificaciones definidas a continuación.
9. Maniobra: intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica no implicando montaje ni desmontaje de elemento alguno.
10. Mediciones, ensayos y verificaciones: actividades concebidas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones o condiciones técnicas y de seguridad necesarias para el adecuado funcionamiento de una instalación eléctrica, incluyéndose las dirigidas a comprobar su estado eléctrico, mecánico o térmico, eficacia de protecciones, circuitos de seguridad o maniobra, etc.
11. Zona de proximidad: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga

una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.

$U_n$	$D_{PEL-1}$	$D_{PEL-2}$	$D_{PROX-1}$	$D_{PROX-2}$
$\leq 1$	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

**Figura 8.1.** Distancias límite de las zonas de trabajo (Fuente: BOE-A-2001-11881)

\* Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

$U_n$  = tensión nominal de la instalación (kV).

$D_{PEL-1}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

$D_{PEL-2}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

$D_{PROX-1}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

$D_{PROX-2}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

12. Trabajo en proximidad: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

13. Trabajador autorizado: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en este Real Decreto.

14. Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

15. Jefe de trabajo: persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

## **8.2.2. Anexo II. Trabajos sin tensión**

### **8.2.2.1. Disposiciones generales**

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

#### **A.1 Supresión de la tensión.**

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

- 1.<sup>a</sup> Desconectar.
- 2.<sup>a</sup> Prevenir cualquier posible realimentación.
- 3.<sup>a</sup> Verificar la ausencia de tensión.
- 4.<sup>a</sup> Poner a tierra y en cortocircuito.

5.<sup>a</sup> Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

1. Desconectar. La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento. Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.
2. Prevenir cualquier posible realimentación. Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos teledirigidos deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el teledirigido. Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.
3. Verificar la ausencia de tensión. La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación. Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico. Los dispositivos teledirigidos utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el teledirigido deberá estar claramente indicada.
4. Poner a tierra y en cortocircuito. Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:
  - a) En las instalaciones de alta tensión.
  - b) En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las

conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

5. Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo, según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo 4 de este Real Decreto.

A.2 Reposición de la tensión. La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

- 1.º La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
- 2.º La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.
- 3.º El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
- 4.º El cierre de los circuitos para reponer la tensión. Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo

sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

#### **8.2.2.2. Disposiciones particulares**

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las indicadas en la parte A de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

**B.1 Reposición de fusibles.** En el caso particular de la reposición de fusibles en las instalaciones indicadas en el primer párrafo del apartado 4 de la parte A.1 de este anexo:

1.º No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.

2.º Cuando los fusibles estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los fusibles y el transformador.

**B.2 Trabajos en líneas aéreas y conductores de alta tensión.**

1. En los trabajos en líneas aéreas desnudas y conductores desnudos de alta tensión se deben colocar las puestas a tierra y en cortocircuito a ambos lados de la zona de trabajo, y en cada uno de los conductores que entran en esta zona; al menos uno de los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito debe ser visible desde la zona de trabajo. Estas reglas tienen las siguientes excepciones:

1.ª Para trabajos específicos en los que no hay corte de conductores durante el trabajo, es admisible la instalación de un solo equipo de puesta a tierra y en cortocircuito en la zona de trabajo.

2.ª Cuando no es posible ver, desde los límites de la zona de trabajo, los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se debe colocar, además, un equipo de puesta a tierra local, o un dispositivo adicional de señalización, o cualquier otra identificación equivalente.

Cuando el trabajo se realiza en un solo conductor de una línea aérea de alta tensión, no se requerirá el cortocircuito en la zona de trabajo, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:



- a) En los puntos de la desconexión, todos los conductores están puestos a tierra y en cortocircuito de acuerdo con lo indicado anteriormente.
- b) El conductor sobre el que se realiza el trabajo y todos los elementos conductores exceptuadas las otras fases en el interior de la zona de trabajo, están unidos eléctricamente entre ellos y puestos a tierra por un equipo o dispositivo apropiado.
- c) El conductor de puesta a tierra, la zona de trabajo y el trabajador están fuera de la zona de peligro determinada por los restantes conductores de la misma instalación eléctrica.

2. En los trabajos en líneas aéreas aisladas, cables u otros conductores aislados, de alta tensión la puesta a tierra y en cortocircuito se colocará en los elementos desnudos de los puntos de apertura de la instalación o tan cerca como sea posible a aquellos puntos, a cada lado de la zona de trabajo.

B.3 Trabajos en instalaciones con condensadores que permitan una acumulación peligrosa de energía. Para dejar sin tensión una instalación eléctrica con condensadores cuya capacidad y tensión permitan una acumulación peligrosa de energía eléctrica se seguirá el siguiente proceso:

- a) Se efectuará y asegurará la separación de las posibles fuentes de tensión mediante su desconexión, ya sea con corte visible o testigos de ausencia de tensión fiables.
- b) Se aplicará un circuito de descarga a los bornes de los condensadores, que podrá ser el circuito de puesta a tierra y en cortocircuito a que se hace referencia en el apartado siguiente cuando incluya un seccionador de tierra, y se esperará el tiempo necesario para la descarga.
- c) Se efectuará la puesta a tierra y en cortocircuito de los condensadores. Cuando entre éstos y el medio de corte existan elementos semiconductores, fusibles o interruptores automáticos, la operación se realizará sobre los bornes de los condensadores.

B.4 Trabajos en transformadores y en máquinas en alta tensión.

1. Para trabajar sin tensión en un transformador de potencia o de tensión se dejarán sin tensión todos los circuitos del primario y todos los circuitos del secundario. Si las características de los medios de corte lo permiten, se efectuará primero la separación de los circuitos de menor tensión. Para la reposición de la tensión se procederá inversamente.

Para trabajar sin tensión en un transformador de intensidad, o sobre los circuitos que alimenta, se dejará previamente sin tensión el primario. Se prohíbe la apertura de los circuitos conectados al secundario estando el primario en tensión, salvo que sea necesario por alguna causa, en cuyo caso deberán cortocircuitarse los bornes del secundario.

2. Antes de manipular en el interior de un motor eléctrico o generador deberá comprobarse:

- a) Que la máquina está completamente parada.
- b) Que están desconectadas las alimentaciones.
- c) Que los bornes están en cortocircuito y a tierra.
- d) Que la protección contra incendios está bloqueada.
- e) Que la atmósfera no es nociva, tóxica o inflamable.

### **8.2.3. Anexo III. Trabajos en tensión**

#### **8.2.3.1. Disposiciones generales**

1. Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo. Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- b) Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- c) Las pértigas aislantes.
- d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).



e) Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

3. A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante. En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

4. Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

5. La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

6. Las medidas preventivas para la realización de trabajos al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento; los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuertes, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deberán interrumpirse en caso de tormenta.

#### **8.2.3.2. Disposiciones particulares**

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las indicadas en las partes anteriores de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

##### **C.1 Reposición de fusibles.**

a) En instalaciones de baja tensión, no será necesario que la reposición de fusibles la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo portafusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquél ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico.

b) En instalaciones de alta tensión, no será necesario cumplir lo dispuesto en la parte B de este anexo cuando la maniobra del dispositivo portafusible se realice a distancia, utilizando pértigas que garanticen un adecuado nivel de aislamiento y se tomen medidas de protección frente a los efectos de un posible cortocircuito o contacto eléctrico directo.

#### **8.2.4. Anexo IV. Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones**

##### **8.2.4.1. Disposiciones generales**

1. Las maniobras locales y las mediciones, ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados. En el caso de las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados, pudiendo ser auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales. Entre los equipos y materiales de protección citados se encuentran:

- a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- b) Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- c) Las pértigas aislantes.
- d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- e) Los equipos de protección individual (pantallas, guantes, gafas, cascos, etc.).

3. A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante. En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de estas operaciones se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

4. Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

5. La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

6. Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

#### **8.2.4.2. Disposiciones particulares**

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de intervención se considerarán complementarias a las indicadas en la parte anterior de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

1. En las maniobras locales con interruptores o seccionadores:

1.<sup>a</sup> El método de trabajo empleado debe prever tanto los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas (apertura de seccionadores en carga, o cierre de seccionadores en cortocircuito).

2.<sup>a</sup> Para la protección frente al riesgo de arco eléctrico, explosión o proyección de materiales, no será obligatoria la utilización de equipos de protección cuando el lugar desde donde se realiza la maniobra esté totalmente protegido frente a dichos riesgos por alejamiento o interposición de obstáculos.

2. En las mediciones, ensayos y verificaciones:

1.<sup>a</sup> En los casos en que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones necesarias para evitar la realimentación intempestiva de la misma.

2.<sup>a</sup> Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior se tomarán precauciones para asegurar que:

a) La instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.

b) Los puntos de corte tienen un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.

c) Se adecuarán las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico al nivel de tensión utilizado.

## **8.2.5. Anexo V. Trabajos en proximidad**

### **8.2.5.1. Disposiciones generales**

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

#### **A.1 Preparación del trabajo.**

1. Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo anterior y las restantes disposiciones del presente anexo.

2. De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

a) El número de elementos en tensión.

b) Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

3. Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

a) Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado.

b) Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

4. Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, en las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten



identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

#### A.2 Realización del trabajo.

1. Cuando las medidas adoptadas en aplicación de lo dispuesto en el apartado A.1.2 no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información indicadas en el apartado A.1.3, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.

2. En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo. La vigilancia no será exigible cuando los trabajos se realicen fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.

#### **8.2.5.2. Disposiciones particulares**

##### B.1 Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico.

1. El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.

Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.

2. La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados

3. El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores autorizados sólo podrá realizarse, en el caso de que el empresario para el que estos trabajan y el titular de la instalación no sean una misma persona, con el conocimiento y permiso de este último.

B.2 Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas (como ocurre a menudo, por ejemplo, en la edificación, las obras públicas o determinados trabajos agrícolas o forestales) deberá actuarse de la siguiente forma:

1. Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.
2. Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.
3. Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de este Real Decreto, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

- a) Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.
- b) Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

## **9. Pliego de condiciones técnicas**

### **9.1. Objeto**

Este documento, tiene por objeto establecer las condiciones y requisitos mínimos para el suministro, montaje, acabado e inspección de las instalaciones eléctricas de baja tensión amparadas en el presente proyecto.

### **9.2. Alcance del trabajo**

La presente documentación, no pretende recoger todos los elementos componentes de la instalación; es responsabilidad del Instalador que los mismos, estén de acuerdo con las técnicas más avanzadas y el cumplimiento de la Normativa aplicable. Todos aquellos trabajos, materiales y servicios en general, no expresamente indicados en esta documentación, pero necesarios para el correcto funcionamiento de cada uno de los subsistemas componentes, serán indicados e incluidos por el Instalador. Cualquier descripción o excepción para el Instalador, será indicada y sometida a la aprobación de la Dirección Facultativa.

### **9.3. Prescripciones generales**

El presente pliego, conjuntamente con los documentos que forman este proyecto y demás documentos requeridos en el Art. 107 de la Ley 30/2007 de 30 de octubre de Contratos del Sector Público, y en el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, forman el proyecto que servirá de base para la ejecución de las obras. Se redacta el Pliego de prescripciones técnicas, a efectos de regular la ejecución de las obras definidas en el presente proyecto promovidas por el INVIED; no obstante prevalecerá la aplicación del “Pliego de prescripciones técnicas generales para obras en el ámbito del Ministerio de Defensa” aprobado por Orden del Ministerio de Defensa 79/2001, de 20 de abril.

### **9.4. Especificaciones técnicas de equipos y materiales**

Las características técnicas de los equipos, cumplirán con lo que se especifica en los documentos del proyecto. Los equipos se instalarán de acuerdo con las recomendaciones de cada fabricante. Todos los motores, controles y dispositivos eléctricos, suministrados de acuerdo con este proyecto, estarán de acuerdo con las Normas vigentes.

Todos los materiales y equipos empleados en esta instalación, deberán de ser de la mejor calidad y standard de fabricación normalizada, nuevos y de diseño en el mercado mundial, salvo otra especificación. Todo el equipo deberá estar colocado en los espacios asignados y se dejará un espacio razonable de acceso para su entretenimiento y reparación. El Instalador debe verificar el espacio requerido para todo el equipo propuesto y que en general, esté en consonancia con lo indicado en la Normativa vigente.

## **9.5. Instalación eléctrica en baja tensión**

### **9.5.1. Generalidades**

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación.

### **9.5.2. Conductores eléctricos**

#### **9.5.2.1. Línea general de alimentación**

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o de aluminio, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento de 0,6/1 kV. La sección mínima de dichos cables será de 10 mm<sup>2</sup> en cobre o 16 mm<sup>2</sup> en aluminio. Según ITC BT 14 en su apartado 1 las líneas generales de alimentación estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados. · Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos de montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 - 2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.



Todos los conductores serán no propagadores de incendios y con emisión de humos reducida s/ UNE 21.123 parte 4 ó 5.

#### **9.5.2.2. Derivaciones individuales**

Según ITC BT 15 en su apartado 1, las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos de montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 - 2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento 450/750 V. Para el caso de multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1 kV. La sección mínima de los conductores será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección.

Según la Instrucción ITC BT 16, con objeto de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes, se deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control. El color de identificación de dicho cable será el rojo, y su sección mínima será de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Todos los conductores serán no propagadores de incendios y con emisión de humos reducida s/ UNE 21.123 parte 4 ó 5.

#### **9.5.2.3. Circuitos interiores**

Los conductores eléctricos empleados en la ejecución de los circuitos interiores serán de cobre aislados, siendo su tensión nominal de aislamiento de 750 V.

La sección mínima de estos conductores será la fijada por la instrucción ITC BT 19.

En caso de que vayan montados sobre aisladores, los conductores podrán ser de cobre o aluminio desnudos, según lo indicado en la ITC BT 20.

Los conductores desnudos o aislados, de sección superior a 16 milímetros cuadrados, que sean sometidos a tracción mecánica de tensado, se emplearán en forma de cables.

### 9.5.3. Conductores de neutro

La sección mínima del conductor de neutro para distribuciones monofásicas, trifásicas y de corriente continua, será la que a continuación se especifica:

Según la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y de 16 mm<sup>2</sup> para aluminio.

### 9.5.4. Conductores de protección

Cuando la conexión de la toma de tierra se realice en el nicho de la CGP, por la misma conducción por donde discorra la línea general de alimentación se dispondrá el correspondiente conductor de protección.

Según la Instrucción ITC BT 26, en su apartado 6.1.2, los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que estos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.3.

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atravesase partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

### **9.5.5. Identificación de los conductores**

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

- Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.
- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo - verde para el conductor de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

### **9.5.6. Tubos protectores**

#### **9.5.6.1. Clases de tubos a emplear**

Las líneas generales de alimentación se instalarán en tubos con grado de resistencia al choque no inferior a 7, según la Norma UNE 20324. Cuando la alimentación sea desde la red aérea y la CGP se coloque en fachada, los conductores de la línea general de alimentación estarán protegidos con tubo rígido aislante, curvable en caliente e incombustible, con grado de resistencia al choque no inferior a 7, desde la CGP hasta la centralización de contadores.

En edificios de hasta 12 viviendas por escalera, las derivaciones individuales se podrán instalar directamente empotradas con tubo flexible autoextinguible y no propagador de la llama. En los demás casos, discurrirán por el interior de canaladuras empotradas o adosadas al hueco de la escalera, instalándose cada derivación individual en un tubo aislante rígido autoextinguible y no propagador de la llama, de grado de protección mecánica 5 si es rígido, y 7 si es flexible. La parte de las derivaciones individuales que discurra por fuera de la canaladura irá bajo tubo empotrado.

Los tubos empleados en la instalación interior de las viviendas serán aislantes flexibles normales en instalación empotrada. Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60 °C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.
- 70 °C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

#### **9.5.6.2. Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos**

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la Instrucción ITC BT 21, en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante.

### **9.5.7. Normas de ejecución de las instalaciones. Colocación de tubos**

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes, tal y como indica la ITC BT 21.

#### **9.5.7.1. Prescripciones generales**

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086 -2-2

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos. Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es

necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

#### **9.5.7.2. Tubos en montaje superficial**

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta además las siguientes prescripciones:

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0.50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no será superior al 2%.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

#### **9.5.7.3. Tubos empotrados**

Cuando los tubos se coloquen empotrados se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0.5 cm.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o "tes" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

#### **9.5.8. Cajas de empalme y derivación**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

#### **9.5.9. Aparatos de mando y maniobra**

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia. Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas. Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

#### **9.5.10. Aparatos de protección**

##### **9.5.10.1. Protección contra sobreintensidades**

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos. Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

##### **9.5.10.2. Protección contra sobrecargas**

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

##### **9.5.10.3. Protección contra cortocircuitos**

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

#### 9.5.10.4. Situación y composición

Se instalarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del abonado. Se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores, y en el que se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local, y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

#### 9.5.10.5. Normas aplicables

· Pequeños interruptores automáticos (PIA)

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados. Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible, de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B,C o D) por ejemplo B16.



- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable. Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N".

· Interruptores automáticos de baja tensión

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2: 1996. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua.

Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos. Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada ( $I_n$ ).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y | si se emplean símbolos.

También llevarán marcado aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

· Fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998.

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

· Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

· Características principales de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad - tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.
- Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.
- Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:



Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En redes TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

#### · Protección contra contactos directos e indirectos

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 -4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados.
- 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra. Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R \leq \frac{V_C}{I_S}$$

Siendo:

- R: Resistencia de puesta a tierra (Ohm).
- Vc: Tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50 V en los demás casos).
- Is: Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

#### 9.5.11. Instalaciones en cuartos de aseo

La instalación se ejecutará según lo especificado en la Instrucción ITC BT 27.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones:

- VOLUMEN 0: Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0.05 m por encima el suelo.
- VOLUMEN 1: Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.
- VOLUMEN 2: Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- VOLUMEN 3: Esta limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

Para el volumen 0 el grado de protección necesario será el IPX7, y no está permitida la instalación de mecanismos.

En el volumen 1, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los equipos de bañeras de hidromasaje y en baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Podrán ser instalados aparatos fijos como calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 2, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los baños comunes en los que se puedan producir chorros durante su limpieza. Se permite la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE EN 60.742 o UNE EN 61558-2-5. Se podrán instalar también todos los aparatos permitidos en el volumen 1, luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles de hidromasaje que cumplan con su normativa aplicable, y que además estén protegidos con un diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 3 el grado de protección necesario será el IPX5, en los baños comunes cuando se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Se podrán instalar bases y aparatos protegidos por dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

#### **9.5.12. Red equipotencial**

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no férreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

#### **9.5.13. Instalación de puesta a tierra**

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

#### **9.5.13.1. Naturaleza y secciones mínimas**

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm<sup>2</sup> si disponen de protección mecánica y de 4 mm<sup>2</sup> si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

#### **9.5.13.2. Tendido de los conductores**

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben

disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

#### **9.5.13.3. Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra**

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

#### **9.5.14. Alumbrado**

##### **9.5.14.1. Alumbrados especiales**

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, al menos, dos líneas diferentes, con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

- Con alumbrado de emergencia: Los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Con alumbrado de señalización: Los estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.
- Con alumbrado de reemplazamiento: En quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

#### **9.5.14.2. Alumbrado general**

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1.8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0.90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, será menor o igual que 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales dónde se reúna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

En los cuartos de aseo se dispondrá de detectores de presencia para el encendido del alumbrado general.

En todos los locales que dispongan de iluminación exterior, las luminarias situadas a una distancia inferior a 3 m serán regulables por detector de luminosidad.

### **9.6. Certificados y documentación**

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.



## **9.7. Libro de órdenes**

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

## **9.8. Otras condiciones**

Antes de la recepción de cada instalación se entregará al Director Facultativo el correspondiente informe detallado, realizado por una OCA (anteriormente ENICRE), en el que se exprese el cumplimiento de estos criterios, así como la normativa vigente para su uso. La empresa instaladora se encargará obligatoriamente de realizar todos los trámites necesarios para la instalación y legalización de los ascensores, redactando los documentos necesarios, estudios o certificados inherentes a tales actuaciones.

## **9.9. Ejecución del suministrador**

### **9.9.1. Generalidades**

Todo el trabajo se realizará por personal especializado, de acuerdo con las prácticas recomendadas y las de los fabricantes del equipo y materiales en cuestión.

Se seguirán, en todos sus puntos, la legislación española y la de otros cuerpos gubernamentales, con jurisdicción al respecto, en especial el Reglamento e Instrucciones de Media y Baja tensión.

El Contratista se pondrá de acuerdo con las otras profesiones para el adecuado desenvolvimiento y coordinación del trabajo.

Todo el trabajo se hará de una forma limpia y bien acabada y el recinto permanecerá y se dejará limpio y libre de residuos.

Es responsabilidad del Contratista la fijación de todos los elementos, equipos, tubos, etc, incluyendo el suministro y colocación de los anclajes, tornillos, clavos, etc.

### **9.9.2. Requisitos previos**

Siempre que se indique, sea necesario o sea solicitado, el Contratista deberá presentar, para ser aprobado por la Dirección, lo siguiente:

- Planos constructivos de detalles complementarios a los de este proyecto. En cualquier momento de la Obra, la Dirección podrá solicitar del Contratista

planos constructivos de cualquier parte de la instalación, aplicando las normas contenidas en este proyecto.

- Catálogos completos con tablas, curvas y dibujos de todos los elementos de la instalación.
- Instrucciones de los fabricantes para instalación, funcionamiento y servicio de todos y cada uno de los equipos.
- Proforma de los pedidos a los distintos fabricantes o suministradores, antes de 30 días después de efectuado el encargo.
- Manguitos, anclajes y cualquier otro elemento que deba ser colocado en la construcción, antes de hormigonar y realizar la Obra Civil.
- Serán por cuenta del Contratista todos los trabajos (rozas, perforaciones, etc) debidos al deficiente cumplimiento de los puntos antes citados.

#### **9.9.3. Materiales complementarios comprendidos**

Dentro de los conceptos generales comprendidos indicados en las condiciones generales, a continuación se indican algunos puntos particulares concretos, exclusivamente como ejemplo o aclaración para el Contratista, no significando por ello que los mismos excluyan la extensión o el alcance de otros:

- Soporterías, perfiles, estribos, tornillería y en general elementos de sustentación necesarios, debidamente protegidos por pinturas o tratamientos electroquímicos.
- Acabados exteriores de aislamientos, para protección del mismo por lluvia o acción solar.
- Gases de soldadura, pastas, mastics, siliconas y cualquier elemento necesario para el correcto montaje, acabado y sellado.
- Manguitos pasamuros, marcos de madera, bastidores y bancadas metálicas, y en general todos aquellos elementos necesarios de paso de recepción de los correspondientes de la instalación.
- Protecciones acústicas necesarias, acordes a cumplimiento de normativas.
- Guías en canalizaciones vacías.

#### **9.9.4. Protección, ayudas y varios**

Rozas, cortes y perforaciones

Todo el trabajo se replanteará cuidadosamente, por anticipado, y cualquier corte, roza o perforamiento que sea necesario realizar se hará únicamente con la autorización previa de la Dirección y de conformidad con sus instrucciones.

Protección de equipo y materiales

Todo el equipo se cubrirá cuidadosamente para protegerlo del polvo y golpes.

Todos los extremos de conductos y tubería abierta, se protegerán con tapones durante todo el tiempo que dure la Obra.

Se protegerán cuidadosa y adecuadamente, durante todo el tiempo que dure la Obra, todas las roscas de tubería, válvula y accesorios.

Será responsabilidad del Instalador la limpieza y conservación de todo el equipo de la Obra e igualmente de la buena presencia de la misma.

A la terminación de la Obra, se limpiarán todos los equipos y materiales, debiéndose entregar toda la instalación en perfectas condiciones.

#### Accesos

Donde quiera que haya compuertas reguladoras de conductos, puertas de registro, válvulas cubiertas, filtros y controles que vayan ocultos encima del techo o en el falso techo, se dejarán registros de acceso para su entretenimiento y reparación.

#### Interferencias

Se pondrá especial cuidado, al desarrollar este proyecto, en evitar toda clase de interferencias; por lo tanto, será normal que, si no hay ningún cambio, no aparezca ninguna en la realización de esta instalación.

Antes de la instalación de los conductos y/o tuberías, se revisarán las de fontanería, eléctricas, planos de arquitectura y dibujos de estructura, para prever posibles interferencias.

Cuando aparezcan interferencias, el Instalador consultará estas con los otros oficios afectados y se llegará aun acuerdo previo, para situar los cambios necesarios para obtener la aprobación de la Dirección.

#### Bases de hormigón

El Instalador deberá comprobar los detalles de bases que aparezcan en los planos y deberá facilitar toda posible información adicional procedente de los fabricantes de los distintos equipos, con relación a las bases necesarias.

Aunque el Instalador no tiene incluida la ejecución de las bases de hormigón, deberá controlar su emplazamiento, alineación y nivel; así mismo, deberá suministrar los anclajes y herrajes que deben quedar en el hormigón.

#### Equipos dinámicos

Todos los equipos con partes móviles (bombas, compresores, etc) deberán instalarse con las recomendaciones del fabricante, poniendo especial cuidado en su nivelación y alineación de los elementos de transmisión, que deberán ser dotados de los antivibradores que recomiende el fabricante, con el fin de no transmitir vibraciones al Edificio.

#### **9.9.5. Modificaciones**

Solo serán admitidas modificaciones a lo indicado en el proyecto por alguna de las siguientes causas:

- Cuando así lo decida la Propiedad se reserva el derecho a introducir modificaciones en el Proyecto. Cuando esto ocurra, los boletines, órdenes de modificación, planos, especificaciones o instrucciones relativas a esos cambios se remitirán por la Propiedad y la Dirección Técnica al Contratista, para que tome todas las medidas que resulten necesarias, con el fin de evitar errores en los trabajos que podrían producirse al utilizar los planos anulados.
- Mejoras en la calidad, cantidad o montaje de los diferentes componentes de la instalación, siempre y cuando no quede afectado el presupuesto o en todo caso sea disminuido, no repercutiendo en ningún caso este cambio con compensación de otros materiales.
- Modificaciones en la arquitectura del edificio y consecuentemente variación de su instalación correspondiente. En este caso la variación de instalaciones será exclusivamente la que defina la Dirección de Obra o en su caso el Contratistas con la aprobación de aquella. Al objeto de matizar este apartado se indica que se entienden modificaciones importantes en la función o conformación de una zona amplia del edificio. Las pequeñas variaciones debidas a los normales movimientos de obra quedan incluidos en el precio del Contratista.

#### **9.9.6. Coordinación**

El Contratista coordinará y pondrá los medios necesarios para que esta coordinación tenga la efectividad consecuente tanto con la empresa constructora, como las diferentes oficios o instaladores de otras especialidades que concurren en los montajes del edificio.

En aquellos puntos concurrentes entre dos oficios o instaladores y que por lo tanto pueda ser conflictiva la delimitación de la frontera de los trabajos y responsabilidades correspondientes a cada uno, el Contratista se atenderá al dictamen que sobre el particular indique la Dirección de Obra.

Todas las terminaciones de los trabajos deberán ser limpias, estéticas y dentro del acabado arquitectónico del edificio, esmerando principalmente los trazados de las

redes y soportarías de forma que respeten las líneas geométricas y planimétricas de suelos, techos, falsos techos, paredes y otros elementos de construcción e instalaciones conjuntas.

Todos los materiales acopiados o montados deberán estar suficientemente protegidos a objeto de que sean evitados los daños que les puedan ocasionar agua, basura, sustancias químicas, mecánicas y en general afectaciones de construcción u otros oficios reservándose la Dirección el derecho a eliminar cualquier material que por acopio inadecuado bien en almacén, o montado juzgase defectuoso.

A la terminación de los trabajos el Contratista, debe proceder a una limpieza general y eliminación del material sobrante, recortes, desperdicios, etc., así como de todos los elementos montados o de cualquier otro concepto relacionado con su trabajo, no siendo causa justificativa para la omisión de lo anterior la afectación del trabajo de otros oficios o empresa constructora.

#### **9.9.7. Materiales y sustituciones**

Cualquier elemento, máquina, material y en general cualquier concepto en el que pueda ser definible una calidad, será el indicado en el proyecto bien determinado por una marca comercial, o por una especificación concreta. Sino estuviese definida una calidad, la Dirección podrá elegir la que corresponda en el mercado a niveles de primera calidad.

Si el Contratista propusiese una calidad similar, exclusivamente la Dirección de Obra definirá si es o no similar, por lo que todo aquello que no sea lo específicamente indicado en el presupuesto o proyecto deberá haber sido aprobado por escrito por la Dirección de Obra para su instalación, pudiendo ser eliminado, por tanto, sin ningún perjuicio para la Propiedad sino fuese cumplido este requisito.

#### **9.9.8. Gráficos, planos de obra acabada e instrucciones**

##### **9.9.8.1. Planos de obra**

El Contratista reflejará en copias de los planos de este proyecto, todas las modificaciones que considere necesarias para ser sometidas a la aprobación o rechazo de la Dirección.

El Contratista deberá realizar los planos adicionales necesarios a juicio de la Dirección para completar los planos de Obra acabada, debiendo entregar un reproducible de cada uno, manteniendo el mismo formato y sello del proyecto.

Debe tenerse bien presente que las únicas modificaciones que se podrá haber en la Obra, serán las que ordene o apruebe la Dirección Facultativa y quedarán reflejadas en los planos.

#### **9.9.8.2. Planos de obra acabada y señalización**

Fundamentalmente, los planos de obra, serán los mismos a los de este proyecto, con la adición de las modificaciones que hubiere durante la ejecución de la Instalación. En Contrata, de acuerdo con la marca y modelo de los equipos y materiales utilizados, deberán completar los gráficos y/o esquemas funcionales de este proyecto, introduciendo una nomenclatura de identificación de todos los equipos, controles, etc, y con la aprobación de la Dirección Facultativa, colocará estos esquemas y/o diagramas en un lugar bien visible de las Salas de Cuadros, protegiéndolos con marco y cristal o debidamente plastificados.

El Contratista reunirá todas y cada una de las instrucciones de servicio y mantenimiento de cada fabricante de los equipos y materiales instalados, debiendo entregar dos ejemplares de cada uno al finalizar la obra; asimismo, preparará unas instrucciones de servicio y funcionamiento del conjunto del que deberá entregar también dos ejemplares.

El Contratista se compromete a adiestrar al personal necesario para manejar la instalación, adiestramiento que se realizará durante la ejecución y hasta 45 días después de finalizar la misma.

### **9.10. Pruebas y recepción**

#### **9.10.1. Generalidades**

La Recepción de la instalación tendrá como objeto, el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la Reglamentación vigente y las especificaciones de las Instrucciones Técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de confortabilidad, exigencias de uso racional de la energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia del Director de Obra, el cual dará fe de los resultados por escrito.

#### **9.10.2. Recepción**

Una vez realizadas, con resultados satisfactorios para la Dirección, todas las pruebas antes mencionadas, se procederá a comprobar el funcionamiento de la instalación mediante las operaciones que indique la Dirección, para que a su juicio, se pueda considerar la instalación en condiciones de perfecto funcionamiento.

Una vez realizadas las pruebas mencionadas en los puntos anteriores, con resultados satisfactorios para la Dirección, se procederá a la Recepción debiendo además estar la instalación debidamente acabada de pintura, limpieza, remates, etc.

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido estos convenientemente subsanados se dará por terminada la relación contractual adquirida.

### **9.10.3. Documentación de recepción**

Una vez cumplimentados los requisitos previstos, se realizará el acto de Recepción en el que la firma instaladora, entregará a la Propiedad, si no lo hubiera hecho antes, los siguientes documentos:

- Resultados de las pruebas.
- Manual de Instrucciones.
- Proyecto de ejecución, en la que junto a una descripción de la instalación, se relacionarán todas las unidades y equipos empleados, indicando marca, modelo, características y fabricante, así como planos definitivos de lo ejecutado.

## **10. Verificaciones e inspecciones de la instalación eléctrica**

### **10.1. Objeto**

Los artículos 18 y 20 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión prevén las instrucciones relacionadas con las verificaciones previas a la puesta en servicio e inspecciones de las instalaciones eléctricas.

### **10.2. Agentes intervinientes**

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones serán llevadas a cabo por la empresa instaladora.

Las inspecciones de las instalaciones eléctricas serán realizadas por Organismos de Control acreditados.

También conviene aclarar que los titulares de las instalaciones deberán mantenerlas en buen estado de funcionamiento, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán ser efectuadas por un instalador autorizado. Por lo tanto, no sólo las nuevas instalaciones eléctricas deben ejecutarse por instaladores autorizados, sino también cualquier ampliación o modificación de una existente. Cualquier actuación de un instalador autorizado debe por tanto ir seguida de la correspondiente verificación del trabajo realizado siendo el propio instalador quien debe verificar la instalación.

En resumen, todas las instalaciones eléctricas deben ser objeto de la correspondiente verificación después de su realización o modificación.

### **10.3. Verificaciones previas a la puesta en servicio**

Tal y como determina la norma UNE 20460-6-61 las instalaciones eléctricas de baja tensión han de ser verificadas antes de su puesta en servicio.

La verificación comprende dos fases, una que no requiere efectuar medidas y se llama verificación por examen y una segunda fase que requiere equipos de medida específicos.





La verificación por examen consiste en verificar si el material eléctrico instalado es el que corresponde al determinado en el proyecto, si es el determinado por el reglamento y si no presenta ningún daño visible que pueda afectar a la seguridad.

Las medidas o ensayos a realizar están descritas en la ITC-BT-18 y en la ITC-BT-19. Estas medidas son las siguientes:

- Medida de continuidad de los conductores.
- Medida de la resistencia de puesta a tierra.
- Medida de la resistencia de aislamiento de conductores.
- Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes.
- Medida de rigidez dieléctrica.
- Medida de las corrientes de fuga.
- Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales.
- Medida de la impedancia de bucle.
- Comprobación de la secuencia de fases.

#### **10.4. Inspecciones**

En cumplimiento del reglamento, las instalaciones eléctricas han de ser sometidas a inspecciones por los organismos de control durante toda la vida de las mismas. Podrán ser:

- Iniciales si se realizan antes de la puesta en marcha de las instalaciones. Entre diferentes tipos de instalación se encuentran los locales de pública concurrencia como es el centro escolar objeto de mi estudio.
- Periódicas si se realizan cada 5 años para las instalaciones eléctricas de baja tensión que requirieron inspección inicial y cada 10 años para edificios de 100KW de potencia instalada.

#### **10.5. Procedimiento**

Los Organismos de Control realizan la inspección. Este organismo emite un certificado de inspección como resultado de la misma donde figuran los datos identificados y los posibles defectos encontrados.

El certificado será favorable si no se detecta ningún defecto grave o muy grave y los posibles defectos leves quedaran anotados para ser rectificados para la próxima revisión.

El certificado será condicionado si se detecta al menos un defecto grave o bien un leve que no ha sido corregido de una inspección anterior, en caso de instalaciones nuevas no tendrán suministro eléctrico hasta no corregir los defectos y en caso de instalaciones en servicio, tendrán 6 meses para subsanar los defectos encontrados.

El certificado será negativo cuando se detecte, al menos, un defecto muy grave, en caso de instalaciones nuevas no entraran en servicio hasta no corregir los defectos y obtener un certificado positivo y en caso de instalaciones en funcionamiento el certificado negativo será remitido a la Comunidad Autónoma.

## 10.6. Clasificación de los defectos

Los defectos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Defecto muy grave:** aquello que pone en peligro inmediato a las personas o bienes y que proceden del incumplimiento de las medidas de seguridad.
- **Defecto grave:** no suponen un peligro inminente para la seguridad de las personas y bienes pero pueden serlo por poder provocar un fallo en la instalación y se encontrarían por ejemplo: falta de aislamiento de la instalación, inexistencia de medidas de seguridad, falta de conexiones equipotenciales, falta de protección contra cortocircuitos y sobrecargas, falta de continuidad de los conductores, valores elevados de resistencia a tierra, defectos en la conexión de los conductores a tierra, sección insuficiente de los conductores de protección, puntos de la instalación defectuosos, conductores utilizados inadecuados, falta de sección de los conductores en relación a la caída de tensión , falta de identificación de los conductores neutro y protección, empleo de materiales que no se ajustan a normativa, ampliaciones o modificaciones en la instalación no realizadas según la normativa ITC-BT- 04, carencia de circuitos mínimos y la reiterada o acumulación de defectos leves.
- **Defecto leve:** aquel defecto que no supone peligro para las personas ni los bienes, que no perturba el funcionamiento normal de la instalación y lo diferenciado que haya respecto la normativa no tiene valor significativo.

## **11. Mantenimiento de la instalación eléctrica**

Un correcto mantenimiento eléctrico y periódico, permite mantener la instalación siempre controlada y adelantando posibles errores que contribuyen a incidencias mayores. Tener los equipos con las mejores condiciones proporciona seguridad en la red eléctrica, además de ofrecer un mayor rendimiento en la red.

Un mantenimiento sirve para analizar, revisar, controlar, reparar y limpiar los equipos de electricidad y alumbrado. Hay que ver si existen cables gastado, enchufes rotos, como se encuentran las líneas... todo para garantizar la protección de una comunidad.

El mantenimiento eléctrico es necesario para detectar errores que comienzan a producirse y que pueden ocasionar en el futuro la parada de una planta o un siniestro, afectando a personas e instalaciones. Esto permite así la disminución de los tiempos de parada.

El mantenimiento eléctrico preventivo y correctivo se refiere a la realización de inspecciones rutinarias, pruebas y servicios en el equipo eléctrico, para que se puedan detectar, reducir o suprimir problemas inminentes en dichos equipos. La intención de realizar un programa de mantenimiento eléctrico preventivo en un equipo eléctrico es la de reducir el riesgo de accidentes como resultado de fallos en el sistema y equipos eléctricos, ya que un mantenimiento preventivo bien desarrollado, reduce accidentes y con ello el peligro de muertes; además, minimiza costosos parones no programados y tiempos caídos de producciones.

Sin embargo, el mantenimiento eléctrico correctivo se basa en la corrección de las averías o disparos cuando éstas se presentan, y no de forma planificada, al contrario que el mantenimiento preventivo; por ello impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan el fallo, pues se ignora si se ocasionó por mal trato, abandono, desconocimiento del manejo, desgaste natural... Como ejemplo de este tipo de mantenimiento correctivo no planificado es habitual la reparación urgente tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina dañada.

### **11.1. Mantenimiento preventivo**

Para esta actividad se debe usar los siguientes equipos de protección personal: casco, guantes de carnaza, gafas de plástico, arnés de seguridad con cable de vida, camisa de manga larga, zapatos de seguridad tipo dieléctrico y escalera dieléctrica de tipo tijera.

Las medidas de seguridad al llevar a cabo esta actividad son: utilizar el equipo de protección personal, cortar el suministro de energía eléctrica del sistema que se va a revisar, realizar el trabajo sin la presencia del personal que labora en el área

(administrativo, docente o alumnos), para no poner en riesgo su integridad física, en caso de lluvia no realizar trabajos en la subestación eléctrica o en el área de transformadores.

El mantenimiento preventivo a realizar en los contactos eléctricos es el siguiente:

- Verificar que el voltaje del contacto sea el apropiado, la conexión se verificará utilizando un probador de contactos, revisar que tenga la tapa en buenas condiciones y que el contacto no esté flameado o dañado, de ser así realizar el reemplazo del mismo.

El mantenimiento preventivo a realizar en las lámparas es el siguiente:

- El mantenimiento preventivo de la iluminación interior comprende la revisión visual de que el encendido y apagado de las lámparas sea correcto, limpieza de los gabinetes y difusores de luz en caso necesario, si el difusor está deteriorado debe ser reemplazado.
- En el mantenimiento preventivo de la iluminación exterior las lámparas y reflectores exteriores se deben mantener limpios y libres de humedad y de insectos, verificar que la conexión en la base del poste no presente deterioro y mantener la pintura del poste en buenas condiciones, así como verificar que enciendan todas las luminarias del circuito.
- Se debe realizar revisión y limpieza de la caja de fotocelda y contactor de cada circuito verificando que accione correctamente el encendido y apagado automático.
- Checar que las lámparas de emergencia funcionen adecuadamente y limpiarlas para mantenerlas libres de polvo.

En el cuadro general y los cuadros secundarios se deberán de realizar las siguientes acciones:

- Limpieza del interior y chequeo del apriete en las conexiones de los cables.
- Verificar que los interruptores magnetotérmicos no hagan falso contacto en las barras de alimentación, que no presenten calentamiento excesivo y que accionen correctamente si algún interruptor presenta anomalías de las antes mencionadas se le deben reajustar las terminales de montaje y si el problema persiste debe ser reemplazado por otro en buenas condiciones.
- Verificar el estado general de los cables que no presenten deterioro por calentamiento en el aislante o en el metal, si presentan deterioro cortar las partes dañadas y reconectar asegurando un buen apriete de las terminales.

- Checar el voltaje y amperaje de entrada y salida en el interruptor principal de cada una de las fases, así como verificar que no haya voltaje en la barra de neutros y tierra física.
- Mantener en buen estado la pintura del equipo.

## **11.2. Mantenimiento correctivo**

Para esta actividad se debe usar los siguientes equipos de protección personal: casco, guantes de carnaza, gafas de plástico, arnés de seguridad con cable de vida, camisa de manga larga, zapatos de seguridad tipo dieléctrico, escalera dieléctrica de tipo tijera.

Las medidas de seguridad al llevar a cabo esta actividad son: Utilizar el equipo de protección personal, cortar el suministro de energía eléctrica del sistema que se va a reparar, realizar el trabajo sin la presencia del personal que labora en el área (administrativo, docente o alumnos), para no poner en riesgo su integridad física, en caso de lluvia no realizar trabajos en la subestación eléctrica o en el área de transformadores.

El mantenimiento correctivo a realizar en los contactos eléctricos es el siguiente:

- Cuando un contacto eléctrico no tiene voltaje se debe revisar que la pastilla termomagnética esté en la posición de “ON” si está bien y el problema persiste, desmontar el contacto y checar la continuidad de los cables, si es necesario reemplazarlos o reconectarlos donde se hayan desconectado.
- Si el contacto hizo corto circuito debe ser reemplazado por uno en buenas condiciones.

El mantenimiento correctivo a realizar en el sistema de iluminación es el siguiente:

- Realizar una inspección visual del encendido y apagado de las lámparas.
- En caso de que el apagador o fotocelda no funcione adecuadamente se procede a revisarlo y cambiarlo si es necesario.
- Si el problema no está en el apagador o fotocelda, se debe checar la llegada de voltaje en las bases de la lámpara, si el voltaje es adecuado verificar que no haya falso contacto en las bases y terminales de la lámpara, si lo hay ajustar las bases o cambiarlas si es necesario, si no cambiar la lámpara (cuando la lámpara presenta un color oscuro en los extremos y no enciende es necesario cambiarla).
- Si no hay voltaje en las bases, se debe checar llegada de voltaje al balastro, si hay voltaje de llegada debe cambiar el balastro, (un balastro que no está funcionando, normalmente está a temperatura ambiente aún teniendo voltaje y requiere ser sustituido).

- Si el problema no es el balastro se debe revisar el cableado y el interruptor si es necesario.
- Si el cableado está dañado se debe sustituir o empatar por medio de una conexión, si el problema se localiza en el interruptor cambiarlo si es necesario.
- Si una lámpara de emergencia no funciona, cambiarle la batería o reemplazarla por una nueva.

El mantenimiento correctivo a realizar en el cuadro general y en los cuadros secundarios es el siguiente:

- Si falla un interruptor magnetotérmico debe ser reemplazado por uno nuevo u otro en buenas condiciones.
- Si la falla se localiza en el cableado este debe ser reemplazado por cable nuevo.

## **12. Impacto medioambiental**

El objetivo es determinar los impactos ambientales que se puedan generar como consecuencia de la realización de nuestro proyecto de iluminación del centro escolar, los primeros impactos se generarían como consecuencia de la construcción del centro, relativos al movimiento de tierra, excavación, limpieza del terreno, transporte de materiales, montaje de maquinaria, circulación de vehículos, instalación de la acometida eléctrica, centro de transformación...

Los mencionados impactos serán temporales, durante el proceso de construcción y requerirá una delimitación de la zona de trabajo que proteja de ruidos y de accidentes.

Los impactos ambientales después de la fase de construcción, en la fase de funcionamiento del centro, se encontrarían en el tránsito de personas y vehículos a las horas de entrada y salida al centro escolar.

Los impactos comentados anteriormente se pueden catalogar como negativos y estarían compensados por la construcción de un centro escolar que comportaría una mejora para la zona vecinal (más comercio, revalorización de los inmuebles de la zona,....)

Otro impacto ambiental se encontraría en la posible instalación de colectores solares para la obtención de agua caliente sanitario, que irían colocados en el tejado del edificio.

## Conclusiones

Como conclusión principal puedo decir que se ha realizado el proyecto de la instalación eléctrica de un centro de enseñanza cumpliendo toda la normativa que afecta a este tipo de instalación.

Este trabajo me ha servido para poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante el grado en ingeniería eléctrica, en especial atención a los conocimientos adquiridos durante las asignaturas de instalaciones. Por otro lado, me ha servido para adquirir nuevos conocimientos y toda la normativa aplicable a este tipo de instalaciones.

Me gustaría destacar que uno de los grandes conocimientos adquiridos durante la realización del proyecto ha sido el aprendizaje de uso del programa Dialux para la realización del proyecto de iluminación. El programa Dialux no lo había utilizado anteriormente en mis estudios y es un programa esencial para la realización de proyectos de electrificación que me podrá ser útil en mi futuro laboral.

Otro aspecto a destacar es que los planos de distribución del edificio, los planos de electrificación y los esquemas unifilares se han realizado a través del programa AutoCad. Gracias a este programa he podido empezar de cero dibujando la estructura de los diferentes espacios del centro de enseñanza para así, poder realizar todos los planos de electrificación necesarios.

Sobre las mejoras que se podrían realizar, serían la instalación de paneles solares para que el centro de enseñanza fuese más sostenible y la domotización de la iluminación en algunos puntos del edificio para tener un mayor ahorro de energía.

Por último, me gustaría agradecer la ayuda prestada, la atención y el tiempo dedicado durante esta etapa de elaboración del proyecto a mi tutor Rodolfo Oseira.





## Presupuesto

El presupuesto total del proyecto es de 492.844 € sin IVA y tiene una vigencia de 6 meses.

Presupuesto cuadro general de baja tensión			
Componente	Precio unidad	Nº de unidades	Precio total
Interruptor magnetotérmico de 20 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 4 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94420, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	403,97	1	403,97
Interruptor magnetotérmico de 32 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 3 polos, poder de corte de 20 kA, curva C, referencia A9F94332, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	327,58	1	327,58
Interruptor magnetotérmico de 25 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 4 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94425, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	427,13	1	427,13
Interruptor magnetotérmico de 10 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 4 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94410, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	384,93	1	384,93
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 4 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94404, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	487,6	1	487,6
Interruptor magnetotérmico de 10 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 3 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94310, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	279,55	1	279,55
Interruptor magnetotérmico de 50 A tipo NG125N de SCHNEIDER, 4 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia 18655, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	504,82	2	1009,64
Interruptor magnetotérmico de 63 A tipo NG125N de SCHNEIDER, 4 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia 18656, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	515,34	1	515,34
Limitador de sobretensiones transitorias descripción iPF k 20 y tipo 2 de SCHNEIDER, con tres fases mas neutro, referencia A9L15693, conforme norma IEC 61643-11	126,6	1	126,6
Bobinas de protección contra las sobretensiones permanentes IMSU de SCHNEIDER, referencia A9A26500, Producto certificado por AENOR conforme a la norma UNE-EN 50550	77,64	1	77,64
Interruptor diferencial de 25 A tipo ID-K de SCHNEIDER, 4 polos, sensibilidad 300 mA, referencia A9Z06425	282,28	3	846,84
Interruptor diferencial de 63 A tipo ID-K de SCHNEIDER, 4 polos, sensibilidad 300 mA, referencia A9Z06463	383,66	1	383,66
Bloque diferencial de 25 A tipo Vigí iDPN de SCHNEIDER, 3 polos, sensibilidad 300 mA, referencia A9N21696	233,19	1	233,19
Bloque diferencial de 40 A tipo Vigí iDPN de SCHNEIDER, 3 polos, sensibilidad 300 mA, referencia A9N21698	244,96	1	244,96
Interruptor automático Compact NSXm de SCHNEIDER, 4 polos, 40 A, 25 kA de poder de corte, referencia LV426223	563,31	2	1126,62

Interruptor automático Compact NSX400 de SCHNEIDER, 4 polos, 400 A, 50 kA de poder de corte, referencia LV432694	4333,74	1	4333,74
Cofret modular de la gama Pragma 24 de SCHNEIDER, con 24 módulos por fila, 4 filas, grado de protección IP40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA13834	603,95	1	603,95
<b>Total</b>			11812,94

<b>Presupuesto cuadro secundario planta baja</b>			
<b>Componente</b>	<b>Precio unidad</b>	<b>Nº de unidades</b>	<b>Precio total</b>
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94204, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	245,76	3	737,28
Interruptor magnetotérmico de 6 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94206, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	245,76	2	491,52
Interruptor magnetotérmico de 10 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94210, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	187,94	8	1503,52
Interruptor magnetotérmico de 32 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 20 kA, curva C, referencia A9F94232, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	220,82	3	662,46
Interruptor diferencial de 25 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60225	76,04	13	988,52
Interruptor diferencial de 40 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60240	77,23	3	231,69
Interruptor seccionador de 63 A tipo iSW-NA de SCHNEIDER, 4 polos, referencia A9S70763	212,59	1	212,59
Cofret modular de la gama Pragma 18 de SCHNEIDER, con 18 módulos por fila, 4 filas, grado de protección IP40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA35413	313,58	1	313,58
<b>Total</b>			5141,16

<b>Presupuesto cuadro secundario planta primera</b>			
<b>Componente</b>	<b>Precio unidad</b>	<b>Nº de unidades</b>	<b>Precio total</b>
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94204, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	245,76	2	491,52
Interruptor magnetotérmico de 6 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94206, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	245,76	12	2949,12
Interruptor magnetotérmico de 10 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94210, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	187,94	4	751,76
Interruptor magnetotérmico de 20 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94220, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	197,1	4	788,4



## Instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro de enseñanza

Interruptor magnetotérmico de 25 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94225, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	208,22	2	416,44
Interruptor diferencial de 25 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60225	76,04	24	1824,96
Interruptor seccionador de 63 A tipo iSW-NA de SCHNEIDER, 4 polos, referencia A9S70763	212,59	1	212,59
Cofret modular de la gama Pragma 24 de SCHNEIDER, con 24 módulos por fila, 5 filas, grado de protección IP40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA13835	702,27	1	702,27
<b>Total</b>			8137,06

Presupuesto cuadro secundario gimnasio			
Componente	Precio unidad	Nº de unidades	Precio total
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94204, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	245,76	3	737,28
Interruptor magnetotérmico de 6 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94206, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	245,76	5	1228,8
Interruptor magnetotérmico de 10 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94210, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	187,94	1	187,94
Interruptor magnetotérmico de 20 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94220, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	197,1	6	1182,6
Interruptor magnetotérmico de 50 A tipo NG125N de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia 18627, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	240,42	1	240,42
Interruptor diferencial de 25 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60225	76,04	15	1140,6
Bloque diferencial de 63 A Vigí para NG125N de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia 19000	394,03	1	394,03
Interruptor seccionador de 63 A tipo iSW-NA de SCHNEIDER, 4 polos, referencia A9S70763	212,59	1	212,59
Cofret modular de la gama Pragma 18 de SCHNEIDER, con 18 módulos por fila, 4 filas, grado de protección IP40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA35413	313,58	1	313,58
<b>Total</b>			5637,84

Presupuesto cuadro secundario planta baja suministro preferente			
Componente	Precio unidad	Nº de unidades	Precio total
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94204, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	245,76	2	491,52
Interruptor magnetotérmico de 6 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94206, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	245,76	3	737,28



Interruptor magnetotérmico de 10 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94210, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	187,94	3	563,82
Interruptor magnetotérmico de 25 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94225, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	208,22	1	208,22
Interruptor magnetotérmico de 32 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 20 kA, curva C, referencia A9F94232, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	220,82	1	220,82
Interruptor diferencial de 25 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60225	76,04	9	684,36
Interruptor diferencial de 40 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60240	77,23	1	77,23
Interruptor seccionador de 40 A tipo iSW-NA de SCHNEIDER, 4 polos, referencia A9S70740	212,59	1	212,59
Cofret modular de la gama Pragma 13 de SCHNEIDER, con 13 módulos por fila, 4 filas, grado de protección IP40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA35413	125,32	1	125,32
<b>Total</b>			3321,16

Presupuesto cuadro secundario planta primera suministro preferente			
Componente	Precio unidad	Nº de unidades	Precio total
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94204, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	245,76	4	983,04
Interruptor magnetotérmico de 6 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94206, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	245,76	2	491,52
Interruptor diferencial de 25 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60225	76,04	6	456,24
Interruptor seccionador de 40 A tipo iSW-NA de SCHNEIDER, 4 polos, referencia A9S70740	212,59	1	212,59
Cofret modular de la gama Pragma 13 de SCHNEIDER, con 13 módulos por fila, 3 filas, grado de protección IP40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA35313	99,71	1	99,71
<b>Total</b>			2243,1

Presupuesto cuadro secundario gimnasio suministro preferente			
Componente	Precio unidad	Nº de unidades	Precio total
Interruptor magnetotérmico de 4 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 50 kA, curva C, referencia A9F94204, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	245,76	3	737,28
Interruptor magnetotérmico de 25 A tipo iC60L de SCHNEIDER, 2 polos, poder de corte de 25 kA, curva C, referencia A9F94225, producto conforme a la norma UNE-EN 60947-2	208,22	1	208,22
Interruptor diferencial de 25 A tipo iID de SCHNEIDER, 2 polos, sensibilidad 30 mA, referencia A9R60225	76,04	4	304,16
Interruptor seccionador de 40 A tipo iSW-NA de SCHNEIDER, 4 polos, referencia A9S70740	212,59	1	212,59

## Instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro de enseñanza

Cofret modular de la gama Pragma 13 de SCHNEIDER, con 13 módulos por fila, 2 filas, IP-40, empotrable y con puerta, conforme UNE 61439-3, referencia PRA35213	68,7	1	68,7
<b>Total</b>			1530,95

Presupuesto cableado			
<p>El cableado será del tipo EXZHELLENT-XXI 1.000V RZ1-K (AS) de la compañía GENERAL CABLE. Libre de halógenos. UNFIRE- No propagador de incendio. Baja emisión de humos opacos. Sin corrosividad. (Transmitancia superior al 90%). Conductor de Cu: Clase 5. Tensión: 0,6/1kV. Aislamiento: XLPE, Cubierta: Poliolefina verde. Temperatura máx. de utilización: 90°C. Aplicación: Locales de pública concurrencia.</p>			
Tipo de cable	Precio €/m	Longitud (m)	Precio total
4X70, referencia 1998415 VDP	76,7	35	2684,5
3X10, referencia 1992310 VDPX	8,8	10	88
1X10, referencia 1992110 VDP	2,8	199	557,2
4X10, referencia 1992410 VDPX	11,1	90	999
4X16, referencia 1992411 VDPX	17,9	50	895
1X16, referencia 1992111 VDP	4,1	50	205
3X1,5 , referencia 1992306 VDP	2,1	10	21
1X4, referencia 1992108 VDP	1,4	2452	3432,8
2X1,5 , referencia 1992206 VDP	1,8	1997	3594,6
2X2,5 , referencia 1992207 VDP	2,4	303	727,2
2X4 , referencia 1992208 VDP	3,7	145	536,5
2X6 , referencia 1992209 VDP	4,5	309	1390,5
2X10 , referencia 1992210 VDP	7,9	99	782,1
1X6, referencia 1992109 VDP	1,8	309	556,2
<b>Total</b>			16469,60

Presupuesto			
Componente	Precio unidad	Nº de unidades	Precio total
Grupo electrógeno de ELECTRA MOLINS tipo UEMZ-33, 33 kVA a 400/230 V 50Hz	4290	1	4290
Batería de condensadores para la corrección del factor de potencia de la empresa CYDESA tipo AO-400/17,5-3/7	818,1	1	818,1
SIMON 72061140-884 Luminaria 720 Advance M4	225	526	118350
SECOM 6300 58 45 4 83/ESDIUM SPORT LED M3	1889,38	4	7557,52
BEGA 66874K4 LED 19,0W	355,3	78	27713,4
BEGA 33312K4 LED 107,4W	2083	62	129146
BEGA 34987.1K3 LED 2,1W	173,4	73	12658,2
BEGA 34989.1K3 LED 8,3W	272,4	40	10896
Base de enchufe de 16 A, 2 polos más neutro tipo Schuko ref. 81141	17,75	299	5307,25
CGPC-9-250BUC/E de la empresa CLAVED código AC12206	264,25	1	264,25
TMF10 111KW ICP 160A de la empresa CLAVED código DC78025 T	1182,22	1	1182,22
Cobre desnudo de 35 mm2 de sección para el anillo de puesta a tierra	3,93	224,2	881,106
Cableado	-	-	16469,6
Bandeja metálica perforada tipo Stago KB. De SCHNEIDER, de 35X200 mm, referencia CSU23012002P	23,25	882	20506,5
Cuadro general de baja tensión	-	-	11812,94
Cuadro secundario planta baja	-	-	5141,16
Cuadro secundario planta primera	-	-	8137,06
Cuadro secundario gimnasio	-	-	5637,84
Cuadro secundario planta baja suministro preferente	-	-	3321,16
Cuadro secundario planta primera suministro preferente	-	-	2243,1
Cuadro secundario gimnasio suministro preferente	-	-	1530,95
<b>Presupuesto material</b>			<b>393864,4</b>
Mano de obra	17	1500	25500
Diseño del proyecto (unidades en horas)	20	720	14400
Gastos extras (15% presupuesto material)	-	-	59079,7
<b>Presupuesto total sin IVA</b>			<b>492844</b>

## Bibliografía

- FECSA ENDESA, *Guía vademécum para instalaciones de enlace en baja tensión*, tercera edición rev1 febrero de 2014
- Real Decreto 842/2002, *Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias*, BOE 18/09/2002
- UNE 12464.1, *Norma europea sobre la iluminación para interiores*
- UNE-EN 12193, *Iluminación de instalaciones deportivas*, Noviembre del 2000
- Real Decreto 1955/2000, *Regulación de las Actividades de Transporte, Distribución Comercialización Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica*, 01/12/2000
- Real Decreto 314/2006, *Código Técnico de Edificación*, 17/03/2006
- Real decreto 485/1997, *Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo*, 14/04/1997
- Real Decreto 614/2001, *Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico*, 08/06/2001

### Programas utilizados:

- AutoCad
- Dialux
- Microsoft Word
- Microsoft Excel